

Kina i en Post-Kyotoavtale

-valget mellom deltakelse, den grønne utviklingsmekanismen eller stå utenfor.

Silje Cathrine Syvertsen

August 2006

**Økonomisk Institutt
Universitetet i Oslo**

Forord

Jeg har valgt et oppgave tema ut i fra interesse, og engasjementet innenfor dette feltet har så absolutt tiltatt under skriveprosessen. Jeg håper å få jobbe mer med temaet ved seinere anledninger.

Jeg vil takke min veileder Cathrine Hagem ved Økonomisk Institutt for inspirerende innspill og raske tilbakemeldinger under oppgaveskrivingen. Ellers vil jeg takke verdens snilleste kjæreste som har bistått med sine kunnskaper og oppmuntret meg underveis, samt venner for god støtte og forståelse i travle tider.

Silje Cathrine Syvertsen

August 2006

Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING	1
2. BAKGRUNN	4
2.1 Klimautfordringene	4
2.2 Kyoto-protokollen	5
2.2.1 Opptakten	5
2.2.2 Forpliktelsene	6
2.2.3 De fleksible mekanismene	8
2.3 Den Grønne Utviklingsmekanismen	9
2.3.1 CDM prosessen	10
2.4 CDM potensialet i Kina	12
3. MARGINALE RENSEKOSTNADSKURVER	13
3.1 Teori	13
3.1.1 Konstruksjon av marginale rensekostnadskurver	13
3.1.2 Tilpasning ved kvotehandel	14
3.1.3 U-lands tilpasning	16
3.2 Marginale rensekostnadskurver for Kina	17
4. ANALYSE AV CDM MARKEDET	23
4.1 Tilbud av CDM prosjekter	23
4.1.1 Transaksjonskostnader	23
4.1.2 Baseline størrelsen	23
4.1.3 ”No-regrets” prosjekter og addisjonalitetsprinsippet	24
4.2 Etterspørselen etter CDM prosjekter	24
4.2.1 Utslippsvekst og teknologisk endring	25
4.2.2 ”Hot air”	25
4.2.3 Opptak i ”sluk”	26
4.3 Kritikk av CDM	26
5. KVOTEPRIS	27
6. POST KYOTO AVTALE	29
6.1 Utsiktene	29
6.2 Modellen	30
6.2.1 CDM vs kvotehandel	30
6.2.2 Periode 1: Kyotoperioden	33
6.2.3 Periode 2: Post-Kyotoperioden	34

6.2.4	Problem 1: Er CDM deltakelse gunstig?	36
6.2.5	Problem 2: CDM eller deltakelse i Post-Kyoto?	38
6.2.6	Problem 3: CDM opphører i periode 2	40
6.3	Alternative post-Kyotoavtaler	40
7.	OPPSUMMERING	43

1. Innledning

Klimaproblemet blir omtalt som en av de største globale utfordringene vi står ovenfor i dag. Det kreves strakstiltak dersom vi skal unngå store endringer i klimaet som konsekvens av det høye og stadig tiltakende utslippet av klimagasser til atmosfæren. Det hyppige ”ekstremværet” vi har opplevd den siste tiden, er en indikator på at konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren er for høy, og inuittene i Arktis har allerede begynt å merke konsekvensene av høyere temperaturer på kroppen.

Kyoto-protokollen fra 1997 som skal vare fra 2008 til 2012, er den første avtalen hvor et internasjonalt samarbeid om klimagassreduksjon er vedtatt. Land som har godkjent avtalen skal til sammen redusere utslippene med 5,2 % av utslippsnivået i 1990 innen 2012. Den totale utslippsreduksjonen under Kyotoavtalen vil være liten sammenlignet med hva som kreves for å unngå store klimaendringer, men man kan se på det som et skritt i riktig retning i forhold til et internasjonalt samarbeid.

For å skape et gunstig utgangspunkt for rensing av utslipp, er det åpnet for kvotehandel mellom deltakende land i Kyotoperioden. Det blir utdelt et visst antall utslippstillatelser til hvert land som kan omsettes i et marked for kvoter. Dette fører til at land med relativt dyre rensekostnader, kan velge å kjøpe utslippstillatelser og slik kjøpe seg fri fra forpliktelsene. Denne mekanismen er en av fire fleksible virkemidler under Kyotoavtalen som skal føre til en kostnadseffektiv løsning på reduksjonsforpliktelsene.

U-land er fritatt fra forpliktende utslippsreduksjon under Kyotoavtalen, men det er åpnet for deltakelse av disse landene via den grønne utviklingsmekanismen. Dette er også en av de fleksible mekanismene under protokollen og innebærer at land underlagt forpliktelser kan møte disse ved å investere i relativt billigere utslippsreduserende prosjekter i u-land. Prosjektene genererer kreditter som kan brukes til å møte utslippsforpliktelsene til i-land. Denne mekanismen skal bidra til at den pålagte utslippsreduksjonen blir enda billigere å imøtekomme.

En av utfordringene for en post-Kyotoavtale vil være å inkludere flere land. Spesielt USA, som trakk seg fra Kyotoavtalen i 2001 og er det landet som slipper ut mest klimagasser. Avtalens klimaeffekt er i stor grad svekket som følge av USAs valg om å stå utenfor. En av hovedgrunnene til dette valget, var at store u-land som India og Kina får fortsette å produsere som vanlig, noe som vil øke konkurransefortinnet deres ytterligere i den internasjonale handelen. Kina har det nest største utslippet etter USA, og en innlemmelse av disse i en forpliktende avtale vil være gunstig for klimaet. Det ville vært en triumf å få både USA og Kina til å delta i en klimaavtale etter 2012, men det er ingen overordnet makt som kan påtvinge noen en deltakelse. Jeg vil derfor se på hvilke økonomiske forhold som bør ligge til rette for at Kina skal ha insentiver til å velge å delta. Jeg tar utgangspunkt i at Kina deltar i den grønne utviklingsmekanismen under Kyoto-perioden.

Jeg legger til grunn det profittmessige aspektet når jeg ser på inntjeningspotensialet for Kina ved deltakelse i en avtale. Først viser jeg hvordan marginale rensekostnadskurver konstrueres for deretter å finne den kostnadseffektive tilpasningen til markedet ved en gitt pris på kvoter. Jeg finner at den optimale tilpasningen for både land med forpliktelser og land innlemmet i den grønne utviklingsmekanismen fører til like marginkostnader for alle. Videre diskuterer jeg ulike modeller som konstruerer marginale rensekostnader for Kina.

Med utgangspunkt i MITs EPPA modellens marginale rensekostnadskurve for Kina, finner jeg hvordan de vil tilpasse seg kvotemarkedet ved en gitt kvotepris. De vil tilpasse seg ulikt ved CDM deltakelse og direkte deltakelse og grunner til dette blir grundig analysert. CDM deltakelse er ikke like effektivt som direkte deltakelse, blant annet på grunn av større transaksjonskostnader som følge av et omfattende administrasjonsarbeid og et detaljert regelverk som hindrer at alle lønnsomme prosjekter gjennomføres. Jeg finner at isolert sett vil en deltakelse gi høyere inntjeningspotensialet enn CDM deltakelse.

Det er en mulighet for at deltakelse ikke blir lønnsomt, siden Kina får reduksjonsforpliktelser ved dette valget. En sentral faktor i oppgaven er kvotetildelingen til Kina ved deltakelse i en Post-Kyoto avtale. Det er avgjørende for deltakelse at tapet ved redusert salg av kvoter som følge av egne utslippsforpliktelser ikke fører til at CDM deltakelse eller eventuelt ingen typer deltakelse vil bli mer lønnsomt enn deltakelse. Jeg finner ulike tall på hvor høy kvotetildelingen kan være dersom vi skal kunne forvente en deltakelse fra Kinas side. Et av

resultatene er at Kina vil velge deltakelse fremfor CDM deltakelse selv om de blir krevd for noe rensing.

2. Bakgrunn

2.1 Klimautfordringene

I henhold til nyere forskning ble det i den siste rapporten fra FNs klimapanel (IPCC) konkludert med at en vesentlig del av den globale oppvarmingen de siste 50 åra kan tilskrives menneskelig aktivitet (Miljøstatus 2006). Det er etter hvert bred enighet om dette blant forskere, i motsetning til hva man kan få inntrykk av i media og fra politiske ståsted i inn - og utland, mye takket være stor lobbyvirksomhet av ressurssterke interessegrupper. Seinere tids store naturkatastrofer i blant annet USA, har derimot vekket interessen for problemet blant massene, og har ført til et sterkere press på at politikere må foreta seg noe.

Konsekvensene av økte klimautslipp som følge av menneskelig aktivitet, er blant annet økt gjennomsnittstemperatur, økt havnivå som følge av nedsmelting av de verdens store isbreer, endrede mønstre for lokal temperatur, vind og nedbør. Det ventes mer "ekstremvær" og de senere tiders hetebølger, flom og orkaner hevder IPCC å ha streke bevis for at er et resultat av menneskelige utslipp. Økningen i den globale middeltemperaturen var på 0,6°C i løpet av 1900-tallet og dette er trolig den største endringen i noe århundre de siste 1000 år på den nordlige halvkule. IPCC anslår en økning på mellom 1,4 - 5,8°C dette århundret ved ulike utslipps scenarier, noe som i så fall vil være den raskeste økningen i middeltemperaturen på 10.000 år.

Det er to måter å takle klimaproblemet på; Enten ved forebygging eller ved tilpasning. Vi har lært av historien at klimaendringer kan være katastrofale for alt levende på jorda, og vi vil helst unngå slike omveltninger i økosystemet. Selv om dette er langsiktige konsekvenser, vil klimaendringene kunne få drastiske følger for millioner av mennesker bare innen dette århundret.

Forebygging av klimaendringer vil derfor være det mest hensiktsmessige. Utfordringen med denne metoden er at man handler etter "føre-var" prinsippet og det krever at folk er villige til

å betale for å unngå klimaendringer man ennå ikke har opplevd. Betalingsvilligheten vil være avhengig av dokumentasjon på at menneske skapte klimautslipp vil ha store konsekvenser for jordas fremtid.

2.2 Kyoto-protokollen

2.2.1 Opptakten

Problematikken rundt klimaendringer som en konsekvens av menneskelig aktivitet, ble reist på 70- tallet og satt på dagsorden i 1979 da WMO¹ sponset ”The first World Climate Conference” i Geneve. Siden har oppmerksomheten rundt problemet tiltatt som følge av stadig økende utslipp, økende mulige konsekvenser av dette utslippet, nyere og omfattende forskning, samt generelt engasjement og dommedagsprofetier rundt temaet. Det er stadige debatter rundt troverdigheten av forskningsresultater og en dragkamp mellom ulike interessegrupper om oppslutning rundt deres synspunkt.

IPCC kom med sin første hovedrapport i 1990 som førte til stor oppmerksomhet rundt klimaproblemet. Ikke lenge etterpå ble det inngått en internasjonal klimaavtale i Rio de Janeiro i Brasil i 1992, da FN holdt toppmøte om miljø og utvikling og resultatet ble opprettelsen av FN’s klimakonvensjon (UNFCCC). Man ble her enige om prinsipper og retningslinjer for det internasjonale klimaarbeidet. I alt har 188 av 192 FN-land ratifisert konvensjonen og dermed ”akseptert hovedmålsettingen om å stabilisere konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren på et nivå som vil forhindre skadelige, menneskelagd inngrep i klimasystemet”(art.2 i klimakonvensjonen). Klimakonvensjonen har fungert som et rammeverk for videre klimaforhandlinger.

På det 3. partsmøtet² under klimakonvensjonen (COP 3) i Kyoto i Japan desember 1997, ble det vedtatt en avtale som ga partsland bindende forpliktelser om reduksjon i klimagass utslipp. Dette var et skritt videre for Klimakonvensjonen, og den ble hetende Kyoto-protokollen. Avtalen gjelder fra 2008 til 2012, og skal sørge for en reduksjon i klimagass utslipp tilsvarende 5,2 % av 1990 nivået på utslippene. Land som må oppfylle disse kravene er definert som Annex B land under Kyoto-protokollen. Det er seks ulike klimagasser som

¹ The World Meteorological Organization

² Land som har godkjent Klimakonvensjonen kalles partsland

defineres som klimagasser og er gyldige som utslippsreduksjon i protokollen. For at avtalen skulle tre i kraft, måtte 55 partsland som stod for minst 55 % av utslippsnivået i 1990 ratifisere den.

Etter at USA trakk seg fra avtalen i mars 2001, stod Kyotoavtalen lenge i fare for ikke å bli implementert, ettersom USA sto for hele 36,1 % av det totale CO₂ utslippet i 1990. Men da Russland signerte 18. november 2004 hadde partsland ansvarlige for 61,6% av de totale utslippene ratifisert avtalen. Den kunne da tre i kraft i følge protokollens artikkel 25.1, 90 dager etterpå; Den 16. februar 2005.

2.2.2 *Forpliktelsene*

De totale utslippene av de definerte klimagassene målt i CO₂ ekvivalenter, skal i henhold til Kyotoavtalen reduseres med 5,2 % av det totale utslippet i 1990. Det ble under FNs Klimakonvensjon slått fast at industrialiserte land må påta seg ansvaret for klimaeffektene og redusere sine utslipp i første omgang, før det blir aktuelt for utviklingsland å påta seg reduksjons forpliktelser. Land som er påtvunget reduksjonsforpliktelser under Kyoto-protokollen er listet i tabell 1 som er hentet fra Annex B under protokollen fra 1997. Disse benevnes derfor som Annex B land.

Reduksjonsforpliktelsene kan imøtekommes ved å redusere seks ulike klimagasstyper som er listet under Annex A i Kyoto-protokollen. Disse seks er:

Karbondioksid (CO ₂)	1
Metan (CH ₄)	21
Lystgass (N ₂ O)	310
Hydrofluorkarboner (HFK)	140-11700
Perfluorkarboner (PFK)	6500-9200
Svovelheksafluorid (SF ₆)	239000

Tabell 1.1 Utslippsforpliktelsene under Kyoto-protokollen.

Annex B	Utslippsmengde i % av 1990 nivå
Australia	108
Austria	92
Belgium	92
Bulgaria*	92
Canada	94
Croatia*	95
Czech Republic*	92
Denmark	92
Estonia*	92
European Community	92
Finland	92
France	92
Germany	92
Greece	92
Hungary*	94
Iceland	110
Ireland	92
Italy	92
Japan	94
Latvia*	92
Liechtenstein	92
Lithuania*	92
Luxembourg	92
Monaco	92
Netherlands	92
New Zealand	100
Norway	101
Poland*	94
Portugal	92
Romania*	92
Russian Federation*	100
Slovakia*	92
Slovenia*	92
Spain	92
Sweden	92
Switzerland	92
Ukraine*	100
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	92
United States of America	93

*Land betegnet som overgangsøkonomier.

Kilde: www.cicero.uio.no/cicerone/98/2/Kyoto-protokollen.pdf

Gassene måles opp mot hverandre i hvor stor oppvarmings potensialer (GWP) de har. Tallene ovenfor viser hvor stor oppvarmingseffekt de enkelte gassene har i atmosfæren ved en tidshorisont på 100 år, målt i CO₂ ekvivalenter

2.2.3 *De fleksible mekanismene*

En av utfordringene ved utformingen av en global klimahandlingsplan, er å imøtekomme det miljømessige målet og samtidig gjøre det så billig som mulig for de involverte partene.

Kyotoavtalen har valgt å løse dette ved at Annex B land kan ta i bruk flere fleksible mekanismer for å gjøre det billigere:

1) Kvotehandel

Handel med utslippstillatelsene fører til at Annex B land som har relativt billige rensemuligheter kan foreta mer rensing enn de er pålagt for så å selge overskuddskvotene til Annex B land med relativt dyrere rensemuligheter. Disse trenger da ikke å rense hele den pålagte mengden, men kan kjøpe seg fri fra forpliktelsene. Den totale mengden reduksjon blir den samme, men den totale kostnaden blir lavere. Regelen om kvotehandel ble definert under artikkel 17 i Kyoto-protokollen.

2) Felles gjennomføring (JI)

Denne mekanismen er beskrevet i artikkel 6 i Kyoto-protokollen og er i motsetning til kvotehandel basert på at Annex B kan gjennomføre prosjekter som generer "Emission Reduction Units" (ERUs) i eller sammen med andre Annex B land. Disse "reduksjonsenheter" kan inngå som en andel av Annex B lands utslippstillatelser eller selges på kvotemarkedet. Spesielt vil denne mekanismen være aktuell for investering i utslippsreducerende prosjekter i overgangsøkonomier³.

3) Den grønne utviklingsmekanismen (CDM)

CDM er også en prosjektbasert mekanisme og utgangspunktet for innføringen av denne er artikkel 12 i Kyoto-protokollen. Det har i ettertid blitt utarbeidet et mer omfattende regelverk som jeg vil komme inn på seinere. Denne mekanismen åpner for at Annex B land kan investere i utslippsreducerende prosjekter i ikke-Annex B land som vil

³ Økonomier som gjennomgår en overgang til markedsøkonomier.

produsere "Certified Emission Reductions" (CERs). Disse kredittene kan brukes til å møte utslippsforpliktelsene i Annex B land eller de kan omsettes på kvotemarkedet.

4) Bobler

Dette er en mekanisme spesielt beregnet på EU og beskrevet i artikkel 4 i Kyoto-protokollen. Under denne mekanismen kan flere Annex B land gå sammen om utslippsreduksjonen og omfordele reduksjonsansvaret, men dersom den totale reduksjonen ikke blir overholdt, vil det enkelt land være ansvarlig for at deres tildelte reduksjonskrav ikke har blitt gjennomført.

Alle mekanismene bidrar til å minimere kostnadene ved reduksjonsforpliktelsene. Ellerman og Decaux 1998 gjennomfører en analyse av kostnader knyttet til oppfyllelse av Kyoto krava ved å sammenligne totale kostnader når hvert enkelt land foretar egen rensing, mot de totale kostnadene når man åpner for handel med kvoter. De konkluderer med at enhver handel med utslipp er bedre en ingen og at inntjeningspotensialet er stort på grunn av de betydelige forskjellene i marginale rensekostnader mellom land.

2.3 Den Grønne Utviklingsmekanismen

Jeg vil her gå nærmere inn på CDM mekanismen. Dens "formål er å hjelpe land utenfor Annex B med å oppnå bærekraftig utvikling og bidra til konvensjonens mål, samt å hjelpe Annex B-parter til å oppfylle sine utslippsforpliktelser. Land utenfor Annex B vil dra nytte av prosjektaktiviteter som gir sertifiserte utslippsreduksjoner, og Annex B-land kan anvende sertifiserte reduksjoner til å overholde deler av deres utslippsforpliktelser, slik dette blir bestemt av partsmøtet." (art.12.2 i Kyoto-protokollen, CICERO).

CDM åpner for at Annex B land kan investere i utslippsreduserende tiltak i land som ikke er underlagt reduksjonskrav. USA var en pådriver for innlemmelse av mekanismen i Kyoto-protokollen, fordi de ønsket så mye fleksibilitet som mulig dersom de skulle møte reduksjonskravene fra Kyoto-protokollen, noe de i ettertid har valgt å ikke gjøre. Reduserende tiltak for klimagassutslipp er i de fleste tilfeller billigere å foreta i u-land enn i Annex B land, slik at denne muligheten kan føre til at de totale reduksjonskravene blir mindre kostbare å imøtekomme. CDM prosjektene vil generere CERs tilsvarende

reduksjonen som er foretatt som Annex B land enten bruke til eget utslipp eller de kan omsettes på kvotemarkedet. U-land blir på denne måten innlemmet i Kyotoavtalen og kan dra nytte av dette ved at de får overført finansielle midler og teknologi som kan fremskynde en mer miljøvennlig utvikling i landet. Det er en kjensgjerning at u-land ikke fører den mest klimavennlige politikken og mange av de mest forurensede områdene i verden ligger i u-land.

De to hovedformålene ved CDM beskrevet i art. 12.2 ovenfor; Bærekraftighet for u-land og utslippsreduksjon for i-land, kan i mange tilfeller være motstridende. Det kostnadmessige aspektet vil nok ligge til grunn hos mange CDM investorer, siden ikke bare offentlige men også private aktører kan investere. Incentivet til å redusere utslippet billigst mulig, vil i mange tilfeller gå på tvers av det bærekraftige aspektet. Derfor er det under artikkel 12 i KP også definert en mengde krav til gjennomføring av CDM prosjekter som skal bidra til å sikre at begge målene oppfylles.

2.3.1 CDM prosessen

Et CDM prosjekt skal gjennom flere faser før utslippsreduksjonen resulterer i utstedelse av kreditter. Det er seks trinn i denne prosessen:

1. Utvikling av et prosjekt design dokument.

Den første fasen legger grunnlaget for prosjektet. Dette dokumentet inneholder blant annet en beskrivelse av prosjektet, hvilken av de godkjente metodene for CDM prosjekter som skal brukes, prosjektets varighet, en miljømessig vurdering og kommentarer fra involverte og berørte parter. Et viktig punkt under denne fasen er bestemmelsen av hvilken baseline som skal legges til grunn. Dette medfører konstruksjon av et hypotetisk scenario hvor man estimerer hvor stort utslippet ville vært uten implementering av CDM prosjektet. Dette kan for eksempel gjøres ved å referere til liknende prosjekter eller ved å måle utslippet før prosjektet settes i gang. Etableringen av en baseline er et av de vanskeligste temaene under CDM mekanismen. Et annet kontroversielt punkt under prosjekt designen, er addisjonalitets-aspektet. Regelverket for CDM prosjekter slår fast at alle krediterte prosjekter skal komme i tillegg til prosjekter som ville blitt gjennomført i fravær av denne mekanismen. Dette er også basert på et hypotetisk scenario om fremtidige forhold. Den addisjonelle faktoren ved et CDM

prosjekt kan tilfredsstillers ved ulike kriterier som tekniske barrierer, hindringer for investering, utslippsaspektet og finansielle forhold. Prosjektet skal så godkjennes av de lokale myndighetene hvor det er planlagt å gjennomføres.

2. Godkjennelse og registrering av prosjektet

I den andre fasen skal dokumentet evalueres av en uavhengig enhet kalt "Designated Operational Entity" (DOE). Disse opererer på kontrakt fra deltakerne i prosjektet og skal vurdere om prosjektdokumentet er tilfredsstillende i forhold til de retningslinjene som er lagt til grunn for utførelsen av CDM prosjekter. Dersom prosjektet godkjennes vil det legges frem for registrering hos "Executive Board" (EB) som er opprettet av COP/MOP til å være øverste hold i CDM syklusen (Decision 17/COP 7). Prosjektet vil også legges ut for offentlige kommentarer. Registreringen vil skje automatisk dersom ingen protester legges inn og kan da iverksettes. Dersom et prosjekt ikke godkjennes, kan det etter de nødvendige justeringene legges inn for ny godkjennelsesrunde.

3. Overvåking av gjennomføringen av prosjektet

Prosjektdokumentet må inneholde en overvåkningsplan. Denne settes ut i livet i den tredje fasen og skal se til at prosjektet utføres på den planlagte og godkjente måten.

4. Verifisering og sertifisering

Den fjerde fasen innebærer at en uavhengig enhet DOE skriver en verifiseringsrapport dersom prosjektgjennomføringen er godkjent, som leveres til involverte parter og EB. Sertifiseringen er en skriftlig rapport om at prosjektet har oppnådd den verifiserte utslippsreduksjonen under en viss tidsperiode.

5. Utstedelse av CERs

I den siste fasen utstedes CERs tilsvarende den verifiserte mengden utslippsreduksjon. Dette utføres av EB, dersom ingen protesterer på sertifiseringsrapporten.

2.4 CDM potensialet i Kina

Kina har uten tvil et stort potensielt marked for CDM prosjekter. I ”Estimating the CDM market under the Marrakech Accords” (2002), estimeres Kinas andel av CDM markedet ekskludert sluk⁴ aktivitet til å være på hele 47 % av det totale CDM markedet. Videre estimeres Kinas andel av CO2 utslipp fra ikke-Annex B land i 2010 til å være på 33 % av det totale utslippet. For å sette det store CDM potensialet i Kina i et enda klarere perspektiv, estimeres deres BNP i 2010 til å være på 22 % av ikke –Annex B lands BNP til sammen. Dette relativt store CDM markedet i Kina forklares blant annet med at landet som er storforbruker av kull, har en mengde gamle anlegg som er lite effektive.

Kinas store BNP vekst den siste tiden, fører til et økt energibehov. ”Beijing wants a tenth of its energy to come from environmentally friendly sources by 2010” (MSNBC 2006). De vil ha en storsatsing innen sol - og vindkraft mye på grunn av den historisk høye oljeprisen. Det er flere investorer inne som General Electric Co. og Vestas Wind Systems. Slike målsettinger skaper grobunn for CDM prosjekter.

⁴ Forklares under kapittel 4.2.3.

3. Marginale rensekostnadskurver

3.1 Teori

3.1.1 Konstruksjon av marginale rensekostnadskurver

Tilbud- og etterspørselskurvene i markedet for utslippskvoter blir konstruert ut i fra den marginale rensekostnadskurven til de deltagende land og regioner. De marginale rensekostnadskurvene konstrueres ved å finne kostnaden av å redusere utslipp til ethvert nivå på utslippsreduksjonen.

Vi antar et konstant utslippsnivå u_i^0 som tilsvarer ”business-as-usual” (BAU) utslippet i et land i , det vil si det utslippsnivået man vil ha uten rensetiltak og som resultat av et lands produksjonsnivå. Dette produksjonsnivået genererer en inntekt for landet lik brutto nasjonal produktet (BNP). En reduksjon av utslippet vil redusere inntekten enten ved at reduksjonen foretas ved implementering av kostbar teknologi eller ved lavere produksjonsnivå. Vi antar at u_i er utslippet og I_i er inntekten eller BNP, slik at inntekten som en funksjon av utslippet er gitt ved $I_i(u_i)$. Vi har at $I_i' > 0$ (for $u_i < u_i^0$) men $I_i'' < 0$ fordi inntekten er stigende men med en avtakende rate i utslippet opp til ”BAU”-nivået u_i^0 . I_i' forteller hvor mye inntekten reduseres med når vi reduserer utslippet og blir ofte kalt den marginale rensekostnaden (Hoel 2005).

Alternativt kan inntektsreduksjonen ved reduksjon av ”BAU” utslippet beskrives direkte ved en rensekostnadsfunksjon $K_i(r_i) = I_i(u_0) - I_i(u_i)$, hvor kostnaden er gitt av inntekten ved ingen rensing fratrasket inntekten ved utslippsnivå etter rensing og vi forutsetter $u_i^0 > u_i$ og $u_i^0 - u_i = r_i$. Kostnaden er da stigende i mengden som renses, $K_i' > 0$. Rensing av utslipp er et begrep som omfatter alle typer reduksjon av utslipp, for eksempel substitusjon av innsatsfaktorer i produksjon eller substitusjon av energikilder i tillegg til ren produksjonsprosess (Førsund og Strøm 2000). Rensekostnader er da kostnaden knyttet til de ulike reduksjonsmåtene. En viktig antakelse er at rensingen er kostnadseffektiv. Det betyr at

de billigste rensemetodene taes i bruk først, slik at den marginale rensekostnadsfunksjonen er stigende.

Når $K_i(r_i) = I_i(u_i^0) - I_i(u_i)$ og $u_i^0 - u_i = r_i$ har vi at $K_i' = I_i'$. Den marginale kostnaden ved å rense en enhet utslipp tilsvarer marginalinntekten av utslippet.

3.1.2 Tilpasning ved kvotehandel

Kyotoavtalen utfører en direkte regulering av det globale utslippet, ved å tildele en gitt mengde utslippstillatelser \bar{u}_i til hvert land. Man har da kontroll på hvor stort det totale utslippet skal være. Avtalen sier ikke noe om hvordan man må oppnå dette utslippsnivået, de enkelte land kan velge de metodene som passer best hos seg, men det åpnes for kvotehandel mellom land for å gjøre avtalen så kostnadseffektiv som mulig. En slik mekanisme skal i teorien tilfredsstille "equimarginal" prinsippet som krever at marginale rensekostnadene skal gjøres like mellom alle deltakende land for på den måten oppnå den gitte utslippsreduksjonen til lavest mulig kostnad (Kolstad 2000), med andre ord en kostnadseffektiv løsning.

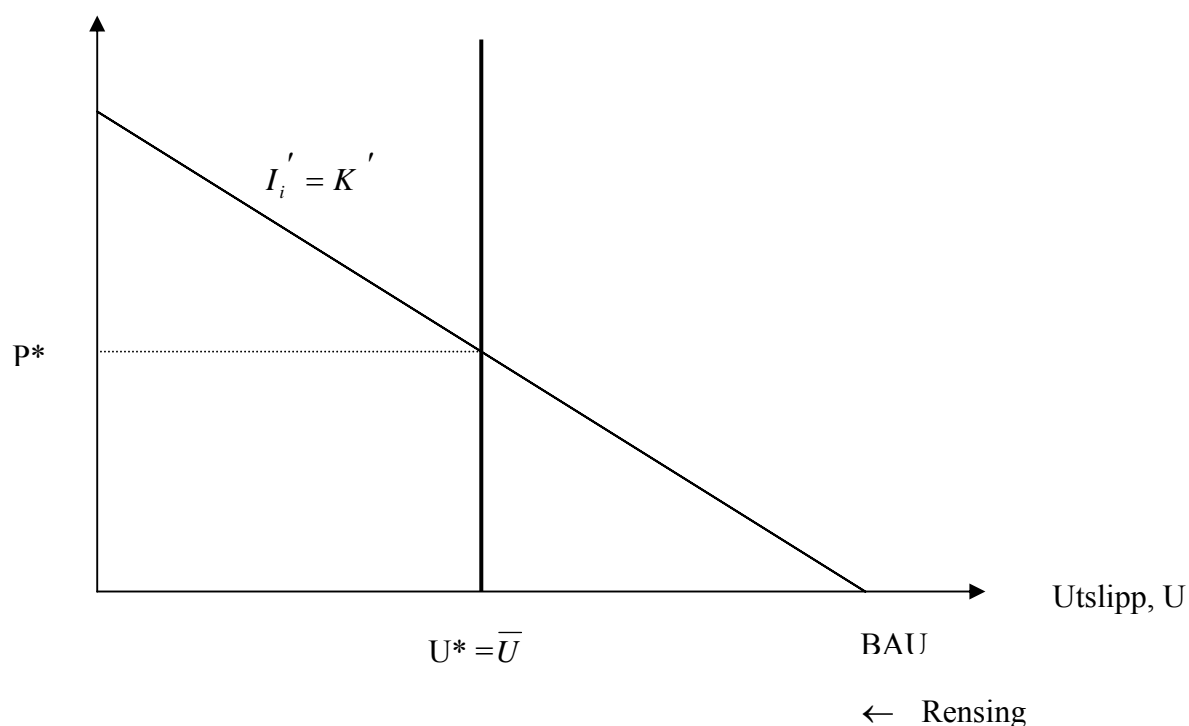
Dette blir resultatet ved kvotehandel fordi hvert lands optimale tilpasning vil være å rense til marginal kostnadene er lik den gitte prisen på markedet:

$$\begin{aligned} \text{Min} : K_i(r_i) + pq_i \\ \text{gitt } u_i = \bar{u}_i + q_i \text{ og } u_i^0 - u_i = r_i \\ \Rightarrow K_i' = p \end{aligned}$$

hvor opprinnelig antall tildelte kvoter er \bar{u}_i til hvert land og nettokvoter kjøpt er gitt ved q_i . Dersom land er netto tilbydere av kvoter vil q_i være negativ. De fleste Annex B land, sett bort i fra overgangsøkonomiene, vil ende opp med å kjøpe kvoter på markedet. Kvotene kan omsettes på et internasjonalt marked som vi antar har fullkommen konkurranse, og dersom vi forutsetter at hvert land er for små til å påvirke prisen vil alle ta kvotepris p^5 for gitt.

⁵ Muligheten for prismonopol diskuteres under kapittel 5.

Figur 3.1 Annex B lands aggregerte optimale tilpasning ved en gitt mengde utslippstillatelser



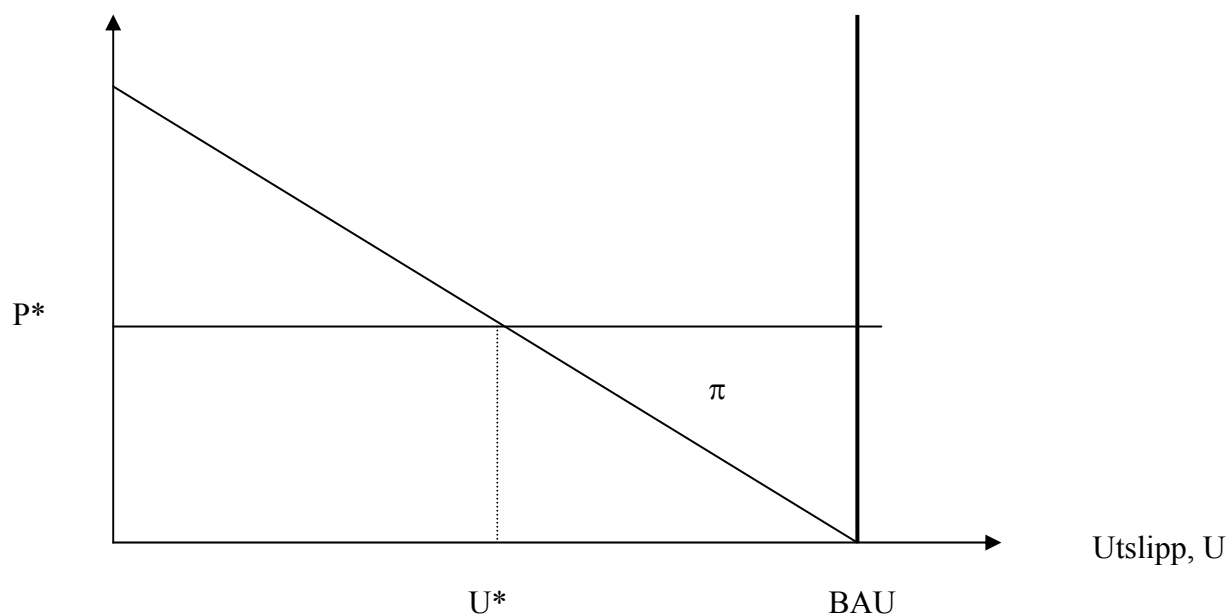
Kvoteprisen er en likevektspris generert fra det internasjonale kvotemarkedet og vil tilfredsstille markedet slik at den totale etterspørselen etter kvoter er lik det totale tilbudet av kvoter. Prisnivået avhenger av antallet kvoter tildelt på globalt nivå, slik at relativt større (mindre) andel kvoter allokert fører til lavere (høyere) pris.

Figur 3.1 viser den aggregerte etterspørselskurven etter kvoter for alle land Annex B land ekskludert overgangsøkonomiene. Hvert land vil velge å rense så lenge marginalkostnadene ved rensing er lavere enn kvoteprisen, mens de vil kjøpe kvoter på markedet dersom kostnadene er høyere enn prisen. Når alle tilpasser seg på denne måte, vil man få en kostnadseffektiv løsning der alle lands marginale rensekostnad er like hverandre og lik den internasjonale kvoteprisen. Den totale utslippsmengden vil være lik den tillatte mengden gitt ved Q i figuren, fordi kvoteprisen svarer til denne mengden.

3.1.3 U-lands tilpasning

Inkludering av u-land via CDM i Kyotoavtalen betyr muligheter til å gjøre utslippreduksjonen enda rimeligere enn ved kvotehandel begrenset til Anne B landene. U-land har ingen utslippsforpliktelser, slik at de vil kun være tilbydere på kvotemarkedet. Uten CDM aktivitet vil hvert u-land u ha et produksjonsnivå som generer BAU utslippsnivået u_u^0 . Dette utslippsnivået tilsvarer et inntektsnivå på $I_u(u_u^0)$, hvor $I_u' = 0$. Inntektsfunksjonen har samme egenskaper som for i-land vist ovenfor. CDM deltakelse vil av ulike grunner som skal utdypes seinere, være ineffektivt sammenlignet med en direkte deltakelse i kvotehandelen for u-land.

Figur 3.2 U-lands aggregerte optimale tilpasning ved CDM deltakelse



Gjennomføringen av slike prosjekter krever blant annet en større administrasjonskostnad i forhold til direkte kvotehandel, og vil derfor skape ekstra kostnader. Jeg velger her å se bort fra dette effektivitetstapet. Man kan tenke seg at u-land får tildelt kvoter tilsvarende BAU utslippet, siden de ikke har noen forpliktelser og deres optimale tilpasning til den gitte kvoteprisen er vist i figur 3.2. Vi ser at u-land vil rense helt til deres marginale rensekostnad er lik den internasjonale kvoteprisen. Inntekten de vil få ved slag av disse kredittene tilsvarer

trekanten markert ved π . Formelt tilpasser u-land seg ved å rense til marginalkostnadene er lik den gitte prisen:

$$\text{Min} : K_u(r_u) - pq_u$$

$$\text{Gitt } u_u = u_u^0 - q_u \text{ og } u_u^0 - u_u = r_u$$

$$\Rightarrow K'_u = p$$

Omsettelige kvoter skaper altså insentiver til at hvert deltagende land eller region skal tilpasse seg slik at vi får en kostnadseffektiv og pareto optimal løsning. Et pareto optimalt resultat får vi fordi alle land har tilpasset seg optimalt gitt det opprinnelige utslippskravet og muligheten for å kjøpe og selge kvoter til markedspris. Den opprinnelige distribusjonen av kvotene har ingen betydning for dette resultatet, men påvirke totale og relative kostnader mellom land.

3.2 Marginale rensekostnadskurver for Kina

Kina er ikke forpliktet til å foreta reduksjoner og er kun innlemmet i Kyotoavtalen via frivillig deltakelse i CDM. De vil gjennom denne mekanismen delta i kvotemarkedet som tilbyder av CERs.

De aggregerte marginale rensekostnadsfunksjonene som gir markedslikevekten, konstrueres ved å anta at karbon blir en "knapphetsvare" når det gis begrensinger på karbonutslipp. En generell likevektsmodell vil da beregne en skyggepris tilhørende enhver begrensning på karbonutslipp for en gitt region til en gitt tid (Ellerman og Decaux 1998). Skyggeprisen indikerer marginal kostnaden ved å redusere den siste enheten karbon.

Dersom vi har optimal rensing til enhver tid vil skyggeprisen betegnet ved λ , være lik den marginale rensekostnaden ved alle rensenivå og lik den internasjonale kvoteprisen slik at:

$$K'r = p = \lambda$$

Skyggeprisen kan også sees på som alternativkostnaden ved å ikke rense karbon.

Det finnes flere modeller som genererer marginale rensekostnadskurver. Hovedforskjellen mellom dem kan oppsummeres ved tre punkter (Verdensbanken 2004):

1. Modell tilnærming og struktur

Innebærer forskjellen mellom ulike modeller som "top-down" og "bottom-up" modeller. "Top-down" tilnærmingen er en makroøkonomisk modell, vanligvis en generell likevektsmodell for hele økonomien, hvor vi finner marginale rensekostnader ved å minimere kostnaden for hele systemet over en gitt periode. Vi sammenligner den totale kostnaden uten begrensninger på utslipp med kostnadene dersom det pålegges utslippsreduksjoner. De marginale rensekostnadskurvene konstrueres for en fremtidig periode og baseres på prediksjoner om fremtida. "Bottom-up" modeller tar for seg de enkelte rensemulighetene som finnes hver for seg og predikerer rensepotensialet ut i fra de tekniske muligheter som kan implementeres. De marginale rensekostnadskurvene konstrueres i dette tilfellet ved å aggregere mikrodata.

2. Ulike referanse scenarier

De ulike modellene opererer med forskjellige anslag på hvor stort utslippet i referanse scenariet eller buisness-as-usual vil være, og dette har innflytelse på marginalkostnadskurvene. Høyere utslippsreduksjon i referanse scenariet (lavere buisness-as-usual utslipp), vil gi færre kvoter til de enkelte prosjektene og derfor føre til en brattere marginal rensekostnadskurve. Faktorer som har innvirkning på referansescenariet er for eksempel antakelser om BNP vekst, befolkningsvekst, BNP struktur og lignende. Slike grunnleggende antakelser om fremtidige forhold i økonomien kan være vanskelig å estimere og føre til ulike BAU utslipp.

3. Teknologiske muligheter for reduksjon av utslipp og kostnaden ved disse

Modellene kan anta ulike muligheter for rensing som er tilgjengelig, hvor mange kilder som finnes og omfanget av disse. Blant annet vil muligheten for å kunne substituere energi som er kostbar mot rimeligere alternativer føre til lavere marginale kostnader; Større substitusjonsmuligheter generelt vil gi relativt lavere kostnader. Ulike anslag på teknologikostnader fører også til variasjoner i de marginale kostnadene, hvor man får høyere kostnader jo dyrere man estimerer at teknologien vil bli.

Som man ser her, er det mange viktige faktorer som spiller inn ved konstruksjon av marginale rensekostnadskurver. Jeg vil diskutere noen av de ulike modellene her, og seinere i oppgaven ta utgangspunkt i en av dem for å konstruere en kurve for Kina.

Først en viktig faktor ved bruk av de marginale rensekostnadskurvene; De bør være robuste. Ellerman og Decaux 1998 tar dette opp i sin analyse av en Post-Kyoto kvotehandel, hvor de finner at de marginale rensekostnadskurvene for ulike nivåer på rensing for OECD land, har mindre enn 10 % variasjon i skyggeprisen når man sammenligner scenariene ingen internasjonal handel og full handel. De konkluderer med at internasjonal handel ikke påvirker lands marginale rensekostnad, slik at mengden utslippsreduksjon i et land ikke påvirker andre lands kostnader ved utslippsreduksjon. Nyere forskning har derimot funnet at dette ikke nødvendigvis stemmer. For eksempel menes det at regioners rensekostnader påvirker andre regioners rensekostnader via verdens energipriser (Klepper og Peterson 2003). Høyere krav til rensing i kraftindustrien fører til økte kostnader som vil spille over på energiprisene. Ved høyere energipriser vil energiforbruket reduseres⁶, kraftproduksjonen vil tilpasse seg den reduserte etterspørselen og det vil bli billigere å nå rensekrevet.

Det finnes altså ulike metoder for estimering av marginale rensekostnader og det gjelder både for Annex B land og ikke-Annex B land. Man kan dele dem opp i to ulike tilnærmelser; ”top-down” modeller og ”bottom-up” modeller, som nevnt ovenfor.

”Top-down” modeller

Eksempler på denne typen er MITs EPPA (Emission Prediction and Policy Assessment) og GTEM (Global Trade and Environment modell). Begge disse er mye brukt i litteraturen. Modellene er multi-regionale, multi-sektorale beregnbare generelle likevektsmodeller for økonomisk aktivitet, energibruk og karbon utslipp (Ellerman og Decaux 1998). Her beregnes innvirkningene for hele økonomien som følge av utslippsreduksjon, inntekter fra skattlegging av karbon samt handels- og innteksteffekter. IPAC utslippsmodell er en partiell generell likevektsmodell med fokus på energi systemer og tar ikke justeringer i økonomien som helhet i betraktning (Verdensbanken 2004). Denne modellen kalibrerer marginale

⁶ Avhenger av elastisiteten til etterspørselen

rensekostnader ved å pålegge progressivt høyere skatter på karbon i referanse scenariet (BAU utslippet i 2010 uten Kyoto).

”Bottom-up” modeller

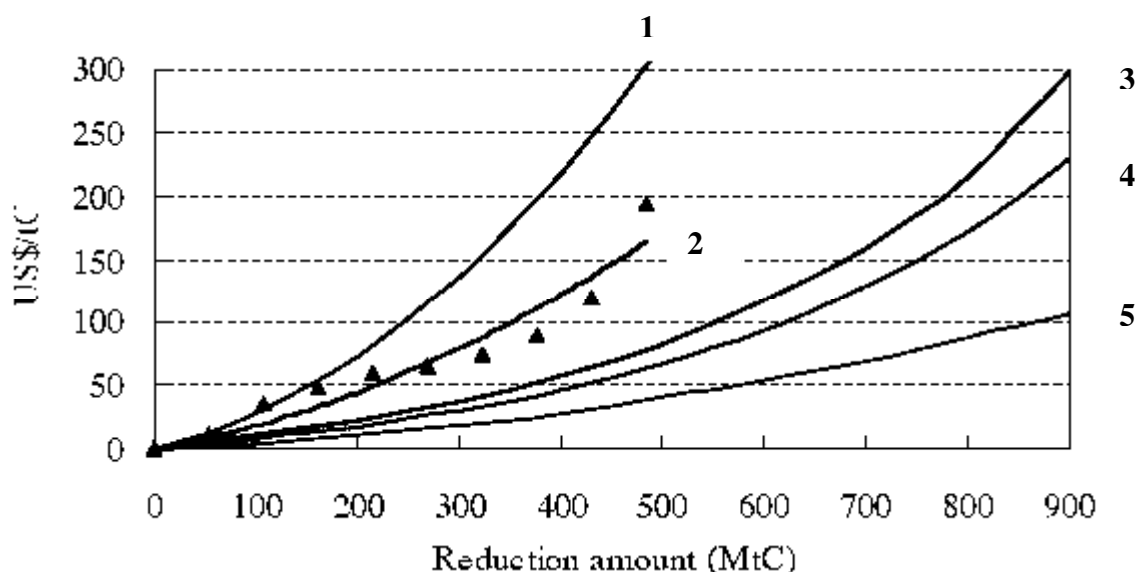
Et eksempel er POLES modellen. Disse modelltypene har gjerne lavere marginalkostnadskurver sammenlignet med ”top-down” modellene⁷, fordi det antas flere ”no-regrets” eller nullkostnad⁸ prosjekter enn i ”top-down” tilfellene. ”Bottom-up” modeller gir mer robuste estimater for CDM på grunn av sin spesifikke tilnærming til de ulike prosjektene. Det er lett å oppdrive data på rensemuligheter og kostnader ved bestemte ”case” studier og derfor gjøre sammenligninger mellom like typer prosjekter enkelt. Faren her er at dersom det gjøres feil i data innsamlingen på slike mikronivå, kan det føre til store feil på aggregert nivå (Verdensbanken 2005).

I litteraturen om marginal rensekostnadskonstruksjon er ”top-down” modeller mye brukt. Disse er generelt akseptert og bruker relativt lett tilgjengelig aggregert data som andel kull i utslipp. Regresjonsanalyser har vist at en slik indikator er relativt pålitelig i all sin enkelhet (Pelangi`s emission trading model 2001). Med utgangspunkt i antakelsen om at ”bottom-up” modeller gir en mer realistisk tilnærming til en tilbudskurve for CDM prosjekter, ble det foretatt en studie med data fra Russland og Colombia i en GTEM modell som konkluderte med at en ”top-down” tilbudskurve gir et mer realistisk bilde dersom den skaleres med en faktor på omtrent 0,4 (Grütter 2001).

⁷ De krysser ofte x-aksen, mens ”top-down” går fra origo

⁸ Forklares under kapittel 4.1.3.

Figur 3.3 Ulike estimeringer av marginale rensekostnader for Kina



1. IPAC, 2. China MARKAL-MACRO, 3. POLES, 4. GTEM, 5. EPPA

Kilde: <http://www.iea.org/textbase/work/2003/beijing/22chen.pdf>

Figur 3.3 viser de ulike marginkostnadskurvene fra de nevnte modellene. Vi ser at "top-down" modellene gir lavest marginale rensekostnader ved høyere rensenivå.

Jeg har tidligere poengtert at det prosjekterte BAU nivået som velges som referansescenario, har stor innflytelse på helningen til marginale rensekostnadskurver. "Business-as-usual" (BAU) utslippet IPAC opererer med, er på 1094 millioner tonn karbon (MtK) i referanseåret 2010, mens BAU i EPPA modellen er på hele 1792 MtK (Verdensbanken 2004). Grunnen til det lave prosjekterte BAU nivået for Kina i IPAC modellen, er at denne forutsetter at Kinas energi- og utviklingsstrategi de neste åra vil realiseres, blant annet at mye av energien vil effektiviseres og at det vil produseres mer energi fra vannkraft og kjernekraft.

De fleste modellene ser kun på reduksjon av CO₂. Kina har så langt den største andelen CERs som de registrerte CDM prosjektene er forventet å generere (UNFCCC 2006b), men disse er fordelt på et relativt lite antall prosjekter. Grunnen er at man nylig har godkjent 5 store prosjekter som reduserer utslipp av gassen HFC-23 som har en høy GWP verdi og derfor vil produsere en meget stor mengde CERs (Ellis og Karousakis mai 2006). Denne

gassen taes ikke med i disse modellene. Reduksjon av HFC-23 gasser er prosjekter som har en relativt lav kostnad tatt i betraktning antall kreditter som genereres, slik at om man inkluderer disse rensealternativene i modellene, vil man få flere billige rensemuligheter og en flatere marginalkostnads kurve. Heller ikke prosjekter som reduserer metan utslipp er inkludert. Michaelowa 2003 har estimert reduksjonspotensialet fra gass flaring til å være 1-2 % av totalt antall CERs i Kina. Verdensbanken 2004 har i sin analyse av CDM i Kina, kommet frem til at 10 % av Kinas totale CDM potensial består av ikke-CO2 prosjekter, men understreker samtidig at dette resultatet kan komme til å avvike mye fra det faktiske utfallet som tiden vil vise.

4. Analyse av CDM markedet

4.1 Tilbud av CDM prosjekter

Det finnes et stort regelverk som omhandler CDM mekanismen. Dette skal blant annet forhindre at formålet med mekanismen definert i art. 12.2 i KP ikke blir overholdt og at ingen parter blir overkjørt. På den andre siden fører det også til at tilbudet av kreditter fra u-land ved slike prosjekter, blir begrenset i forhold til hva u-land ville tilbudt av kvoter ved direkte kvotehandel.

4.1.1 *Transaksjonskostnader*

Som beskrevet i kapittel 2.3.1. er prosessen fra ide til produserte kreditter ved CDM prosjekter lang og tidkrevende. Kreditter fra CDM avhenger av en prosjektanalyse, i motsetning til kvotehandel hvor man blir gitt et tak på utslipp som kan handles med direkte. I tabell 1 i artikkelen ”Transaction costs of the Kyoto Mechanisms” (2003) beskrives en mengde kostnadskreven komponenter fra forberedelse av et CDM prosjekt til den endelige omsettingen av CERs på markedet finner sted. Den standardiserte prosedyren som skal følges for utvikling av prosjekter er også ment å kunne redusere transaksjonskostnadene og gjøre det enklere ved investering i CDM. De institusjonelle forholdene i enkelte u-land kan gjøre investering svært lite attraktivt og standardiserte prosedyrer kan gjøre implementeringer i slike land enklere. Enkelte fond som Prototype Carbon Fund fra Nederland spesialiserte seg på å utarbeide standardiserte kontrakter som da vil reduserer transaksjonskostnadene. Disse kostnadene har uten tvil stor innvirkning på tilbudet av CDM prosjekter. Samtidig vil et redusert tilbud av prosjekter som følge av høye transaksjonskostnader kunne føre til en høyere kvotepris, slik at dersom vi ser på konsekvensene for u-lands profitt, vil den avhenge av hvilken effekt som dominerer.

4.1.2 *Baseline størrelsen*

Den estimerte størrelsen på baselinen til et prosjekt gir utgangspunktet for kredittene. Disse genereres fra avviket mellom baseline utslippet og det faktiske utslippet etter CDM

implementeringen, og mengden kreditter man får ved gjennomføringen av et prosjekt vil derfor være avhengig av hvordan det prosjekterte BAU nivået (antar at baseline tilsvarer BAU utslippet) er. Relativt høye utslipps scenarier for BAU utslippet gir flatere marginale rensekostnader, slik at sjenerøse baselines vil bety flere kreditter

4.1.3 "No-regrets" prosjekter og addisjonalitetsprinsippet

Addisjonalitets-prinsippet ble adressert i artikkel 12.5c i Kyoto-protokollen. Der blir det understreket at et hvert CDM prosjekt skal komme i tillegg til reduksjonsaktiviteter som ville blitt foretatt i fravær av denne mekanismen, de skal ikke erstatte dem. No-regrets prosjekter kan falle innenfor kategorien som ikke tilfredsstiller dette prinsippet. Slike prosjekter er lønnsomme i seg selv, men har ikke blitt implementert på grunn av investerings barrierer eller lignende. Om slike prosjekter vil godkjennes som CDM prosjekter, avhenger av hvor strengt man overholder addisjonalitets-prinsippet. Så lenge de marginale rensekostnadskurvene starter i origo, antas det at slike prosjekter ikke er inkludert siden det ville ført til at kurvene krysset x-aksen og startet på negative verdier. Jotzo og Michaelowa (2002) finner i sin sensitivitetsanalyse av CDM markedet at implementering av slike prosjekter vil føre til et større CDM tilbud, men de vil også erstatte enkelte av de dyre prosjektene. Addisjonalitets kravet setter begrensninger på CDM aktiviteten, slik at det vil genereres færre CERs.

Profitten til u-land vil i alle tilfellene nevnt ovenfor være avhengig av priseffekten og kvantumeffekten. Dersom man tar utgangspunkt i et marked i likevekt, vil et redusert CERs tilbud føre til færre kvoter på markedet og tilbudet vil da ikke mette etterspørselen til den gitte prisen. Det betyr at prisen øker, og u-land tjener mer pr kreditt. Når priseffekten dominerer vil u-land tjene på lavere CDM tilbud, mens det motsatte gjelder når kvantumeffekten er størst. Hvis derimot tilbudet av CERs øker, vil det for u-land være gunstigst om kvantumeffekten er størst, siden høyere tilbud vil bety lavere pris.

4.2 Etterspørselen etter CDM prosjekter

Annex B lands etterspørsel etter kreditter fra CDM prosjekter kan være sensitive til endringer i viktige faktorer.

4.2.1 *Utslippsvekst og teknologisk endring*

Under CDM prosjekter kreves det en estimering om fremtidig utslipp for å finne ut hvor mange kreditter som produseres. Annex B land har fått tildelt kvoter ut ifra et historisk utslippsnivå og må tilfredsstille dette nivået innen utgangen av 2012. Simuleringer av kvotemarkedet og CDM etterspørselen baserer seg på fremtidige scenarier, hvor man antar en utslippstrend for i-landene. Dersom denne utslippstrenden viser seg å endre seg, vil det kunne få konsekvenser for CDM markedet. Dette kan skje blant annet ved mer satsing på teknologiutvikling enn antatt, slik at Annex B land i større grad kan foreta renseforpliktelsene selv. Forventingene om strengere rensekrav i seinere perioder kan bidra til en slik satsing selv om det på kortsikt ikke er lønnsomt sammenlignet med kjøp av kvoter. Slike endringer i det prosjekterte utslippet hos land som vil etterspørre kvoter, vil føre til endringer i raten av CDM prosjekter som vil gjennomføres.

4.2.2 *"Hot air"*

Inkludert i Annex B land som skal møte reduksjonsforpliktelser under Kyotoavtalen, er land som gjennomgår en overgang til markedsøkonomi, såkalte overgangsøkonomier. Disse har siden 1990 redusert sitt utslippsnivå som følge av kollaps i økonomien etter "Murens fall", og mye tyder på at de vil ha en mengde overskuddskvoter kalt "hot air" å selge på markedet under Kyoto-perioden. Hvor mye hot air som vil tilbys er usikkert og avhenger blant annet av utviklingen i de aktuelle landene de neste åra. Flere har estimert at hot air tilbudet aleine kan mette etterspørselen etter kvoter på markedet og at CDM aktivitet nærmest vil utgå. Man kan tenke seg "hot air" kvotene som kostnadsfrie, slik at det vil føre til en svært lav kvotepris på markedet og CDM prosjekter vil ikke lønne seg. Men Russland og de andre overgangsøkonomiene kan ha flere grunner til å ikke tilby hele mengden av "hot air" på markedet, og av den grunn kan CDM prosjekter allikevel bli attraktivt. Artikkel 3.14 i KP åpner for muligheten til å spare kvoter fra Kyoto-perioden til seinere forpliktelsesperioder. Sparing av kvoter betyr at man renser mer enn tildelte kvoter under avtalen. Denne muligheten kan føre til at overgangsøkonomiene velger å spare en andel av sine "hot air" kvoter til seinere perioder i håp om enten å få en høyere pris for dem eller for å møte egne utslippskrav. En annen faktor som kan begrense tilbudet av "hot air" under Kyotoperiden, er at overgangsøkonomiene og spesielt Russland kan som den største potensielle tilbyder av

kvoter benytte seg av denne markedsmakten. De kan da velge å redusere mengden de tilbyr for å få en høyere pris. Dette er to faktorer som kan dempe effektene av ”hot air” tilbudet på markedet og gjøre CDM aktivitet i Kyoto-perioden lønnsomt og attraktivt.

4.2.3 Opptak i ”sluk”

Artikkel 1.8 i Klimakonvensjonen (1992) definerer ”sluk” som ”any process, activity or mechanism which removes a greenhouse gas, an aerosol or a precursor of a greenhouse gas from the atmosphere”. Det ble åpnet for ”sluk-aktivitet” under artikkel 3.4 i KP og regelverket for dette alternativet ble vedtatt på COP 7 møtet i Marrakesh i 2001. Det betyr at en viss andel av utslippsforpliktelsene kan møtes ved opptak av CO₂ i skog og andre jordbruksrelaterte aktiviteter. Dette gjelder også for CDM prosjekter som mange mener ikke tilfredsstiller det bærekraftige aspektet ved denne mekanismen (bl.a. [cdmwatch](http://cdmwatch.no)). Slike tiltak er relativt rimelige å foreta, og blir i mange tilfeller beregnet som et null-kostnads foretak, så et stort omfang av slik aktivitet vil føre til lavere etterspørsel etter CDM prosjekter.

4.3 Kritikk av CDM

Det rettes fra flere hold kritikk mot CDM mekanismen. Det menes blant annet at det finnes flere smutthull i CDM regelverket som kan føre til at prosjekter som ikke bør godkjennes i henhold til kriteriene allikevel blir gjennomført (www.cdmwatch.no). Dette går for eksempel på vanskeligheten ved å vurdere addisjonalitets prinsippet; Om et prosjekt ville blitt gjennomført uavhengig av CDM mekanismen. Dette har mye å si i forhold til det totale klimautslippet, siden et prosjekt som uansett ville blitt gjennomført reelt sett ikke vil føre til en ekstra reduksjon i klimautslippet som er hensikten med Kyotoavtalen. Et annet forhold som sannsynligvis også bidrar til at den reelle reduksjonen under CDM er mindre enn de tilskrevne kredittene, er utfordringen ved å sette en riktig baseline. Her setter ”gold standard” som et krav at man skal ta utgangspunkt i de mest moderate anslagene for utslipp. Gundersen (2001) viser at dersom det er slik at CDM prosjekter tilskrives flere kvoter enn den reelle utslippsreduksjonen disse tilfører, vil det resultere i at CDM mekanismen vil føre til at det totale utslippet i verden øker relativt til Kyotoavtalen uten CDM mekanismen. Det vil tilbys flere kvoter i markedet og den internasjonale prisen vil reduseres.

5. Kvotepris

Kvoteprisen er et resultat av likevekten i markedet; Dersom vi skal ha full effektivitet i et marked må vi ha en pris som klarer det. I analysen ovenfor av forhold som spiller inn på tilbudet og etterspørselen etter CDM prosjekter, går det klart frem at disse også påvirker kvoteprisen. Av samme grunner som det er vanskelig å estimere tilbudet og etterspørselen i kvotemarkedet, er det svært usikkert hvilket nivå kvoteprisen vil legge seg på. Innad i EU pågår en prøveperiode med kvotehandel som startet i 2005 og skal vare til 2007, hvor man har observert store svingninger i kvoteprisen. Litteraturen på området estimerer priser helt ned i null dollar pr kvote (Böhringer 2001). Dette er et ekstremtilfelle, men det er et faktum at flere forhold kan føre til en relativt lav kvotepris.

Etter at USA trakk seg fra avtalen i 2001, har det vært debatt rundt effektiviteten til Kyotoavtalen. USA ville sannsynligvis stått for den største andelen av etterspørselen etter utslippstillatelser på grunn av sitt høye utslippsnivå. Konsekvensene for Kyotoavtalen av Bush-regjeringens beslutning om å utebli, kan derfor bli store. Böhringer 2001 estimerer kvotemarkedet etter avgjørelsene tatt under COP6 møtet i Bonn i 2001 og etter at USA trakk seg, og finner at kvoteprisen blir null. Den reduserte etterspørselen fører til at tilbudet av ”hot air” fra tidligere Sovjetunionen og sentral og øst Europa vil være relativt større enn den aggregerte etterspørselen fra resten av Annex B landene. En slik kvote-”pris” vil bety at utslippet utvikler seg som ”business-as-usual” og den klimamessige effekten ved en slik avtale vil være null.

Dette estimatet beror også på en betydelig bruk av opptak av CO₂ i sluk for å møte forpliktelsene. Denne muligheten for å møte reduksjonsforpliktelsene på ble definert under kapittel 4.2.3 ovenfor, og gir i tillegg til USAs tilbaketrekking grunnlaget for de lave prisene som estimeres i litteraturen. Michaelowa og Jotzo (2002) finner en kvotepris i underkant av 4 dollar pr tonn CO₂ etter at regelverket fra Marrakesh og USAs tilbaketrekking er tatt i betraktning, men i dette estimatet legger de til grunn at kun litt under en tredjedel av den prosjekterte tilgjengelige mengden av ”hot air” vil brukes på år.

Russland i hovedsak, men også andre østeuropeiske land, står for det største potensielle tilbudet av kvoter på markedet. Da det ble klart at USA som den største aktøren på etterspørselsiden trakk seg fra avtalen, var det stor bekymring for at Russland ikke ville godkjenne avtalen. Ettersom etterspørselen etter kvoter ville bli betydelig svekket, betydde det at disse ”hot air” landene ville få en mye lavere pris for kvotene de potensielt ville tilby på markedet. Dette argumentet begrunnes i de lave prisene som er estimert. Men det finnes muligheter for at Russland ved strategisk adferd kan oppnå en høyere kvotepris på markedet.

Mange av de lave prisestimatene i litteraturen er funnet på grunnlag av perfekt markedskonkurranse hvor alle land tilpasser seg likevektsresultatet. Prissituasjonen kan endre seg dersom man inkluderer muligheten for strategisk adferd i markedssimuleringene. For eksempel er sparing av kvoter en definert mekanisme i KP som Russland og co kan benytte seg av for å øke prisen på kvotemarkedet gjennom å redusere tilbudet av kvoter. Konsekvensene for kvoteprisen av at USA ikke deltar i avtalen vil da bli svekket fordi den reduserte etterspørselen vil bli møtt med et redusert tilbud. En annen måte å utøve sin markedsrett i tilbudet av kvoter på, vil være for Russland, eventuelt sammen med andre østeuropeiske land, å tilpasse seg markedet på en monopolistisk måte eller organisere karteller.

Dersom disse landene velger å bruke sin monopolistiske makt i markedet, vil det føre til at vi får et effektivitetstap. Forpliktelsene under Kyotoavtalen vil ikke bli møtt på den billigste mulige måten. Samtidig vil en slik adferd kunne føre til at det foretas mer rensing i Annex B landene eller via de prosjektbaserte mekanismene og det vil kunne bidra til økt satsing på ny teknologi.

Teknologisk fremgang er en viktig faktor for redusert utslipp. Dersom man tar i betraktning en endogen teknologisk endring ved estimering av kvotepris, viser Buchner, Carraro og Cersosimo (2001) ved hjelp av ETC-RICE modellen, at det vil redusere prisreduksjonen som følge av en redusert etterspørsel sammenlignet med eksogen teknologisk endring. Grunnen hevder de, er at ved lav kvotepris vil insentivene til investering i forskning og utvikling svekkes, noe som vil øke etterspørselen etter kvoter samtidig som tilbudet synker som konsekvens av lite effektiv rensing. Fallet i kvoteprisen kan derfor bli mindre dersom vi tar i betraktning den teknologiske faktoren.

6. Post Kyoto avtale

6.1 Utsiktene

Et effektivt internasjonalt klimasamarbeid har vist seg vanskelig å gjennomføre. Det er mange punkter som bør ligge til rette for at et internasjonalt samarbeid skal fungere⁹. Klimaproblemet er et typisk "Fangens dilemma" spill. Alle kommer bedre ut ved å samarbeide enn å ikke samarbeide, men siden man kan komme best ut ved å ikke samarbeide gitt at andre samarbeider, vil insentivet til å være gratispassasjer være stort. Slik kan man nyte godt av den globale utslippsreduksjonen uten å betale for det selv. Problemet er at det fort ender med at ingen samarbeider og alle kommer dårligere ut enn ved samarbeid.

Mye av kritikken mot Kyoto-protokollen har rettet seg mot den begrensede deltakelsen i avtalen, siden alle u-land inkludert India og Kina som er i strek vekst og bidrar vesentlig til det globale utslippet, ikke er underlagt forpliktelser. Mangelen på et langsiktig mål for utslippsreduksjonen, usikkerheten rundt kostnadene ved å forplikte seg, og et svakt overordnet maktapparat, er også kritikkverdige i Kyotoavtalen (Torvanger, Twena og Vevatne 2004).

Forhandlingene om en avtale etter 2012 er så vidt i gang, men det er langt igjen til en avtale står klar. Under forhandlingene på COP11 møtet i Montreal i desember 2006, ble landene som har godkjent Kyotoavtalen enige om at "videre og strengere forpliktelser er nødvendige etter Kyoto-periodens virkeperiode 2008-2012" (Gran 2006). Samtidig er en av hovedutfordringene å få USA med på laget, men Bush-regjeringen er fortsatt motvillige til deltakelse i en avtale med "tallfestede utslippsreduksjoner eller tidsskjemaer for utslippskutt" (Gran 2006), men sa seg villige til å delta på videre forhandlinger. Videre påpekes det at en av hovedgrunnene til at USA ikke vil påta seg forpliktelser, er at land som India og Kina ikke deltar. Dersom man klarer å innlemme disse landene i en post-Kyoto avtale vil USAs argumenter for ikke å være med bli klart svekket.

⁹ se Perman et al. "Natural Resource and Environmental Economics", Third Ed., Pearson Education Ltd. England, Kap.10

U-land er fritatt fra forpliktelser under Kyotoavtalen, fordi prinsippet om at forurenseren skal betale (polluter pay principle) er lagt til grunn. I-land har nytt godt av stor vekst i over et århundre, noe som de fleste forskere i dag mener har resultert i de klimautfordringene vi står ovenfor, og det er mer eller mindre konsensus om at på tross av de store utslippstallene fra u-land som Kina og India, skal ikke disse betale for våre handlinger. En måte å fremskynde en mer miljøvennlig politikk i u-land på, er nettopp implementering av CDM prosjekter, hvor u-land kan frivillig være deltakere i klimaavtalen uten forpliktende reduksjon.

Ved en videreføring av Kyotoavtalen etter 2012, vil det være gunstig å få Kina til å delta med forpliktelser. U-land vil på grunn av sine relativt lave rensekostnader være netto tilbydere av kvoter i en eventuell Post-Kyotoavtale. Spesielt Kina vil ha mange rensemuligheter til lave kostnader, og Grütter (2001) estimerer kvotemarkedet under full handel hvor Kina ender opp som tilbyder av 49 % av kvotene på det internasjonale markedet. Deltakelse i en Post-Kyoto avtale kan derfor se gunstig ut for Kina, men hvor gunstig skal vi snart se vil avhenge av antall kvoter de blir tildelt.

6.2 Modellen

Jeg vil her se på 2 perioder hvor hver er på 5 år. Periode 1 er Kyoto-perioden, karakterisert ved at Kina ikke har renseforpliktelser selv, men kan delta i renseaktivitet via CDM prosjekter på frivillig basis. I periode 2 antar jeg at Kyotoavtalen vil fortsette slik den er i dag og at man gjerne vil ha Kina til å delta med forpliktende reduksjonskrav. Problemet er da å skape insentiver til deltakelse fra Kinas side. En klar fordel er det om Kina kan forvente å tjene på en deltakelse ved salg av kvoter de får tildelt. Kvotetildelingen er derfor et hovedpunkt i avveiningen mellom deltakelse, fortsettelse med CDM eller total uteblivelse for Kina i en Post-Kyoto avtale.

6.2.1 CDM vs kvotehandel

Kostnadseffektivt sett, ville den mest optimale kvotehandelen være at alle land deltok. Man kan da være sikre på at den billigste rensingen gjennomføres og de totale kostnadene er minimert. Dersom Kina skulle deltatt i en kvotehandel under Kyoto, ville de optimalt sett renses helt til marginal rensekostnaden var lik kvoteprisen. Realiteten er slik at Kina kun

deltar via CDM i 1. periode og det er flere faktorer som fører til at CDM ikke er like effektivt som deltakelse i kvotehandel.

I henhold til kapittel 4.1.1 ovenfor, vil kreditter fra en prosjektbasert mekanisme som CDM være forbundet med ekstra kostnader sammenlignet med ordinære kvoter. Disse transaksjonskostnadene antar jeg å være på 2 dollar pr tonn rensset karbon (bl.a. Jotzo, Michaelowa 2002). Det er også opprettet et "Adaption fund" som i henhold til bestemmelser i klimakonvensjonens art. 4.8 og 4.9 og artikkel 3.14 og 12.8 i KP skal "bidra til å møte kostnader ved tilpasning for u-land som er særlig sårbare overfor virkninger av klimaendringer" (Kyoto-protokollen, Cicero). Denne overføringen skal utgjøre 2 % av inntekten fra salget av CERs.

Et annet forhold ved CDM aktivitet som kan begrense rensemengden betraktelig sammenlignet med renseaktiviteten ved en direkte deltakelse, er hindringene for implementering av alle lønnsomme prosjekter. Slike hindringer er blant annet addisjonalitetskravet og at ingen "no-regrets" prosjekter skal implementeres. Samtidig er det også et tak på hvor raskt prosjekter kan implementeres i u-land. Absorberingsnivået varierer mellom land avhengig av type prosjekter som er mest aktuelle for de ulike landene og hvordan den politiske og institusjonelle tilstanden er. Et forhold som demper denne effekten, er at det ble åpnet for implementering av CDM prosjekter allerede i 2000. Dette betyr også at all rensing foretatt via prosjektene før 2008 vil generere CERs som kan omsettes på det internasjonale kvotemarkedet fra 2008. Pr 10. august 2006 er det allerede utstedt 10 841 619 CERs (UNFCCC 2006). Jeg velger å se bort fra dette her og tar utgangspunkt i en 50 % implementeringsrate for CDM prosjekter. Det vil si at jeg forutsetter at kun halvparten av den mengden Kina optimalt sett ville rensset til gitt pris vil bli rensset under CDM deltakelse.

Inntjeningen for u-land ved CDM deltakelse avhenger av hvordan profitten fordeles mellom i-land og u-land ved de enkelte prosjektene. Jeg forutsetter at i-landene får kjøps-overskuddet av kredittene mens u-landene får salgsoverskuddet. Det er en mulighet for at investorlandene foretar hele prosjektet selv, hvor gevinsten for u-land ved slike kontrakter blir eventuelle teknologiske overføringer eller lignende. Ettersom kvoteprisen er internasjonal og gir en klar indikasjon på hvor mye et tonn rensset karbon er verdt, vil man ha vanskelig for å tro at Kina og andre u-land vil godta at investorland stikker av gårde med hele overskuddet, og at de selv kun sitter igjen med de eventuelle investeringsoverføringer.

Jeg tar derfor utgangspunkt i at Kina selv foretar rensingen for deretter å selge kredittene til markedspris.

Jeg vil anta en kvotepris på 15 dollar pr tonn karbon (Jotzo og Michaelowa 2002) og tar utgangspunkt i denne prisen for begge periodene.

Prosjektene har en implementeringskostnad i tillegg til kostnaden forbundet ved selve rensingen. Jeg antar at disse kostnadene er årlige, og tar ikke hensyn til ugjenkallelige kostnader. Rensingen er også årlig og jeg ser bort i fra en eventuell irreversibel effekt og varig endring av teknologi. "BAU" nivået vil være identisk i begge perioder, tiltak gjort i periode 1 endrer ikke rensekostnadsfunksjonen i periode 2.

Jeg velger å bruke MITs EPPA modellens estimering av den marginale rensekostnadskurven for Kina. Denne er mye brukt i litteraturen og som diskutert i kapittel 3.2, er det sannsynlig at Kina vil ha mange billige rensemuligheter og derfor en lav marginal rensekostnadskurve som EPPA er. De marginale rensekostnadene ved MITs EPPA modellen er gitt av ligningen:

$$MRK = 0.0001Q^2 + 0,0357Q$$

Q er mengde rensed i millioner tonn karbon (omregnet fra karbon dioksid, CO₂), og parametrene er uttrykt i 2000 dollar priser¹⁰. Ligningen gir marginale rensekostnader i 2010 målt i 2000 priser pr tonn karbon og har $R^2 = 0,9992$ (Ellermann og Decaux 1998). EPPA modellen estimerer kun kostnadene ved rensing av CO₂ og jeg utelukker derfor Kinas mulighet til å rensing av de resterende fem gassene under Kyoto-protokollen. En annen forenkling av virkeligheten er at jeg velger å bruke de samme marginale kostnadene for begge periodene. Disse vil egentlig endre seg etter hvert som man renser og implementerer ny teknologi.

De totale kostnadene ved rensing finner vi ved å ta integralet av de marginale kostnadene til et gitt rensenivå Q ;

¹⁰ opprinnelig er parametrene målt i 1985 priser, men konvertert til 2000 priser ved deflator lik 1 for 1985 og 1,495 for 2000 (Verdensbanken 2004)

$$TK = \int_0^Q (0,0001Q^2 + 0,0357Q) dQ = \frac{1}{3} 0,0001Q^3 + \frac{1}{2} 0,0357Q^2$$

Jeg antar at marginalkostnadene starter i origo.

6.2.2 Periode 1: Kyotoperioden

Jeg tar utgangspunkt i at Kina velger å delta i CDM i denne perioden. Siden det forutsettes at Kina selv foretar rensingen, vil det også være de som betaler transaksjonskostnadene. Det betyr at de i realiteten vil få 13 dollar pr tonn karbon når vi tar utgangspunkt i en kvotepris på 15 dollar, noe som vil føre til en lavere optimal rensemengde for Kina illustrert i figur 6.1 og den optimale rensemengden for Kina vil være:

$$MRK = 13 \Rightarrow 0,0001Q^2 + 0,0357Q = 13$$

$$Q \approx 225$$

Jeg har valgt å ta utgangspunkt i en implementeringsrate av CDM prosjekter på 50 % slik at den optimale rensemengden halveres. Jeg antar at prosjektene som er egnet for implementering tar tilfeldige kostnadsnivå opp til $Q = 225$, slik at det ikke nødvendigvis er de billigste løsningene som realiseres. Den totale kostnaden knyttet til rensing av 112,5 millioner tonn karbon pr år er:

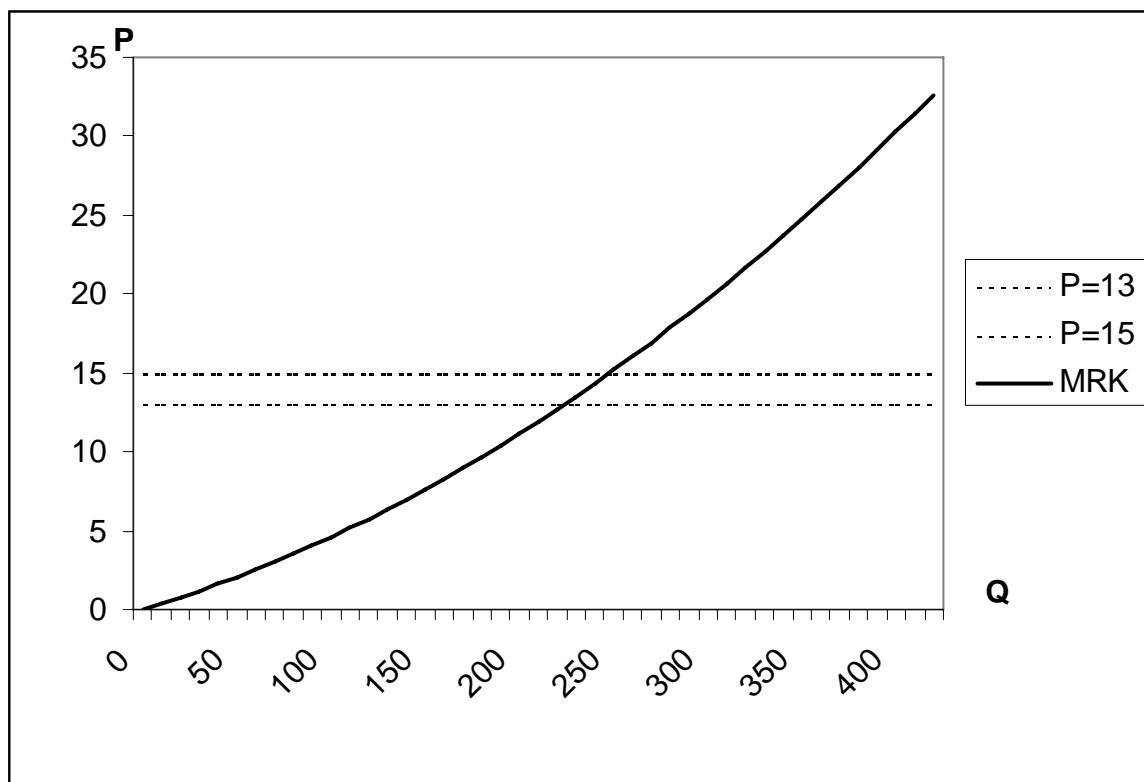
$$\int_0^{Q=225} (0,0001Q^2 + 0,0357Q) dQ = \frac{1}{3} 0,0001 \times 225^3 + \frac{1}{2} 0,0357 \times 225^2 = 1283,3058/2 = 641,65289$$

Jeg oppnår ved å dele den totale kostnaden på to, at det årlig vil koste 641,65 M\$ å redusere 112,5 tonn karbon. Kinas årlige profitt ved deltakelse i CDM under Kyoto-perioden, vil da være på:

$$\pi(CDM) = 13 \times 112,5 - 641,65 - (0,02 \times (15 \times 112,5)) = 787,1$$

inkludert overføringen til "Adaption fund" på 2 %. Siden dette er årlige kostnader vil det tilsvare en inntjening under hele den femårige Kyoto-perioden på 3,9355 milliarder dollar (2000 priser).

Figur 6.1 Den marginale rensekostnadskurven for Kina ved bruk av MITs EPPA.



6.2.3 Periode 2: Post-Kyotoperioden

Deltakelse via CDM kan sees på som deltagelse i Kyotoavtalen uten forpliktelser, samtidig som det også av andre grunner nevnt ovenfor ikke er en fullbyrdet deltagelse som ved direkte kvotehandel. Men dersom Kina skal delta i en kvotehandel betyr det at de påtar seg reduksjonsforpliktelser og får tildelt utslippstillatelser lavere enn "BAU" utslippet. Det vil føre til at de ikke kan selge hele den optimale rensemengden på markedet, men må bruke noen av dem selv. Samtidig kan det også bety at Kina kan selge flere kvoter relativt til CDM scenariet, fordi kostnader og hindringer forbundet med CDM prosjekter forsvinner og den optimale rensemengden blir større.

Dersom man ser bort i fra kvotetildelingen i 2. periode og bare tar hensyn til hva som er optimalt rensenivå for Kina til den gitte prisen, vil det ikke være vanskelig å se at CDM er gunstig. Denne profitten vil rett og slett komme som et tillegg i inntjeningen. Kina vil i 2. perioden rense til marginal rensekostnadene er lik 15 som tilsvarer:

$$MRK = 15 \Rightarrow 0,0001Q^2 + 0,0357Q = 15$$

$$Q \approx 248$$

Kina vil ved deltakelse slippe transaksjonskostnadene forbundet med CDM prosjekter, og vil derfor rense til marginalkostnaden er lik prisen på kvotemarkedet. Dette tilsvarer et årlig rensenivå på 248 MtK. Den totale kostnaden knyttet til denne mengden er:

$$TK = \int_0^{Q=248} (0,0001Q^2 + 0,0357Q) dQ = \left|_0^{248} \left(\frac{1}{3} 0,0001Q^3 + \frac{1}{2} 0,0357Q^2 \right) \right| = 1606,2286$$

Profitten i periode 2, når Kina optimaliserer sin rensetilpasning og vi ser bort i fra rensekraft blir:

$$\pi(\text{deltakelse}) = 15 \times 248 - 1606,23 = 2113,77$$

Siden jeg antar en Post-Kyoto-periode på 5 år, vil dette bringe en profitt på 10, 568 milliarder dollar over denne tidsperioden.

Men siden en deltakelse vanligvis innebærer at man får tildelt færre utslippskvoter enn ”business-as-usual” utslippet, vil ikke dette scenariet være realistisk. Under Kyotoavtalen har det blitt tildelt kvoter som tilsvarer alt fra –8% til +10% av utslippsnivået i 1990 (KP), slik at noen land faktisk får slippe ut mer. Man skal huske på at det er 18 år siden 1990 når Kyoto-perioden starter, slik at utslippet kan ha økt siden den gang. Brechet, Germain og Steenberghe 2004 foreslår følgende ligning for beregning av kvotetildeling for periode 2:

$$\overline{E}_2 = E_2^0 - \alpha(E_{BAU} - E_1)$$

E_2^0 er et "referanse" nivå på utslippstillatelser. Ligningen sier at kvotetildelingen i periode 2 avhenger av dette referansenivået, samt eventuelt en andel gitt ved $0 \leq \alpha \leq 1$ av utslippsreduksjonen foretatt i periode 1. Denne andelen er en vesentlig faktor i analysen. Dersom en avtale for periode 2 blir forhandlet frem under Kyoto-perioden, vil Kina ha et lavere utslippsnivå siden de renser via CDM prosjekter. Det er da en mulighet for at de vil bli "straffet" for dette ved å få tildelt relativt færre kvoter i periode 2. Hvis de ikke deltar i CDM i periode 1, vil de ikke ha noe "straffegrunnlag" fordi utslippet er lik "BAU" utslippet. EPPA opererer med et BAU utslipp for Kina på 1792 MtK i 2010 (Verdensbanken 2004 s.93). Dette året brukes som et gjennomsnitts år for perioden, og jeg bruker det som utgangspunkt for det årlige BAU utslippet i begge periodene. E_1 er det optimale utslippsnivået under CDM. Vi ser at dersom $\alpha = 1$, vil det bety at Kina blir "straffet" fullt ut i periode 2 for å ha deltatt i CDM i periode 1. Dersom Kina ikke hadde tatt del i CDM prosjekter ville de fått tildelt kvoter lik E_2^0 og dermed kunnet slippe ut mer i periode 2 enn i scenariet med CDM deltakelse og $\alpha > 0$. Med en $\alpha = 0$ vil man ikke tape på CDM rensing i forhold til kvotetildelingen i periode 2, siden tildelingen skjer uavhengig av hva som skjedde i periode 1.

6.2.4 Problem 1: Er CDM deltakelse gunstig?

Problemstillingen her er at det er muligheter for at Kina vil bli "straffet" for å ha deltatt i CDM, ved å få tildelt færre utslippstillatelser i perioden 2. Dette er representert ved α i ligningen ovenfor. Ved å inkludere ligningen for kvotetildelingen i profittberegningen for Kina i periode 2 får vi:

$$\pi(\text{deltakelse}) = p_1(\bar{E}_2 - E_2) - C(E_{BAU} - E_2)$$

Vi setter inn for \bar{E}_2 og bruker den optimale tilpasningen for Kina i periode 2 funnet ovenfor, hvor utslippet i periode 2 vil være $E_2 = E_{BAU} - Q_2 = 1792 - 248 = 1544$ og den totale kostnaden ved rensing av 248 MtK er 1606,23, og vi finner de to scenariene:

- 1) Den årlige profitten i periode 2 uten CDM deltakelse i periode 1 vil for Kina være:

$$\pi = 15(E_2^0 - 1544) - 1606,23$$

2) Den årlige profitten i periode 2 med CDM deltakelse i periode 1 for Kina:

$$\pi = 15(E_2^0 - 1544 - \alpha(E_{BAU} - E_1)) - 1606,23$$

Vi ser ut i fra disse likningene at forskjellen i profitten i de to scenariene står og faller på hvilken verdi α tar, fordi jeg antar at E_2^0 er lik i begge scenariene. Om CDM er gunstig vil derfor avhenge av størrelsen på denne, og vi kan nå finne hvor mye Kina må bli straffet med i periode 2 for at CDM deltakelse ikke skal lønne seg:

$$\pi(CDM) = \alpha(E_{BAU} - E_1)P$$

Jeg har tidligere funnet at det årlige rensenivået ved CDM deltakelse er på 112,5 under Kyoto-perioden. Jeg har også funnet at den årlige profitten under CDM ved dette rensenivået vil være 787,1 M\$ slik at:

$$787,1 = 112,5\alpha P$$

$$\alpha \approx 0,47$$

Dersom $\alpha \approx 0,47$ vil Kina være indifferent mellom å delta i CDM i periode 1 eller ikke å delta, fordi profitten i periode 1 er lik tapet i periode 2 som følge av ”straffen” for CDM rensing. Den totale profitten under scenario 2 vil da tilsvare profitten ved scenario 1. Kina vil bli straffet for å ha rensert i periode 1 ved å få tildelt færre kvoter i periode 2, og den tapte inntekten fra denne kvotereduksjonen tilsvarer inntekten ved CDM når $\alpha \approx 0,47$. For en høyere α vil det ikke lønne seg å delta i CDM, fordi det vil føre til et større inntektstap i periode 2 enn hva Kina vil tjene i periode 1. Ved lavere nivå på α vil det derimot være lønnsomt med CDM aktivitet i periode 1.

Kina vil være indifferent for dette nivået på α for alle implementerings rater for CDM, som følger av at jeg antar at kostnadene er ”jevnt fordelt”. Jeg opererer med en rate på 50 % for Kina, men det er usikkert hvor stor denne tilslutt vil være. Foreløpig er det ikke mange

registrerte prosjekter i Kina, men de få som er registrert er til gjengjeld enorme med hensyn på reduksjon av utslipp (ikke CO₂, (UNFCCC 2006)). En $\alpha \approx 0,47$ betyr at Kina kan straffes med å få opptil 47 % av reduksjonsmengden under CDM, uavhengig av implementeringsraten, i færre utslippstillatelser i periode 2, uten at de totalt sett vil tape på CDM deltakelse

6.2.5 Problem 2: CDM eller deltakelse i Post-Kyoto?

Som tidligere antatt, kan man se på CDM deltakelse som en frivillig deltakelse hvor u-land har mulighet til å tjene penger på rensing uten å ha egne renskrav. Dersom klimaavtalen i periode 2 er en videreføring av Kyotoavtalen, vil u-land mest sannsynlig ha valget mellom å fortsette med CDM deltakelse eller delta direkte som beskrevet ovenfor. Det vil derfor være hensiktsmessig å se på hva som vil lønne seg for Kina av disse to alternativene gitt en CDM deltakelse i periode 1.

Ved deltakelse via CDM mekanismen i periode 2, antar jeg at de samme forutsetningene som under Kyoto-perioden vil gjelde; Vi har transaksjonskostnader på 2 dollar pr tonn, 2 % av CERs inntekten skal til "Adaption fund" og en implementeringsrate på 50 %. Renset mengde vil fortsatt være $Q = 112,5$.

Profitten ved CDM for Kina i periode 2 vil derfor være lik den for periode 1; 787,1 M\$ pr år. Profitten ved deltakelse avhenger av hvilke verdier α og E_2^0 tar. Vi kan da finne hvor store disse må være får at deltakelse skal være like attraktivt som CDM:

$$\pi(\text{deltakelse}) = 15(E_2^0 - 1544 - 112,5\alpha) - 1606,23 = 787,1 = \pi(\text{cdm})$$

Både α og E_2^0 bidrar til nivået på kvotetildelingen og det er kombinasjonen av disse som gir utslippstillatelsen. Dersom vi ser på den totale utslippsreduksjonen ved å bare se på E^0 ($\alpha = 0$), kan vi finne hvor mange kvoter Kina må få tildelt i periode 2 for at deltakelse skal være like lønnsomt som CDM deltakelse:

$$\begin{aligned} 15(E_2^0 - 1544) - 1606,23 &= 787,1 \\ \Rightarrow E_2^0 &= 1703,56 \end{aligned}$$

Dette betyr at Kina vil tjene like mye på CDM som på deltakelse nå vi forutsetter 50 % implementeringsrate for CDM og kvotetildeling på 1703,56 ved deltakelse. I dette tilfellet vil implementeringsraten spille en stor rolle for Kina når de skal bestemme seg for om de vil delta i en avtale eller fortsette med CDM aktivitet.

Tabell 6.1 Antall utslippstillatelser som kreves for at Kina skal delta i avtale i periode 2 ved ulike implementeringsrater for CDM.

Imple- menterings rate %	Rensenivå Q under CDM	CDM Profitt i Periode 2 $\pi(\text{cdm})$	Utslipps- Tillatelser \overline{E}_2	Reduksjon via α	Delt. Profitt i periode 2 $\pi(\text{delt.})$
15 %	33,8	236,7	1666,9	15,9	236,7
30 %	67,5	472,2	1682,6	31,7	472,2
50 %	112,5	787,1	1703,6	52,9	787,1
70 %	157,5	1101,9	1724,5	74,0	1101,9
100 %	225	1574,2	1756,0	105,8	1574,2

Tabell 6.1 gir en oversikt over minstekravet til kvotetildelingen for Kina dersom de skal ha et insentiv til å delta i en avtale i stedet for å delta i CDM i periode 2, ved ulike implementeringsnivåer for CDM. Jeg forutsetter her at $\alpha = 0,47$ i alle tilfellene fordi dette er det maksimale ”straffenivået” vi kan gi Kina for å ha deltatt i CDM i periode 1 og samtidig forvente deltakelse i periode 2. Den totale kvotetildelingen \overline{E}_2 gis av E_2^0 fratrasket reduksjonen via α . Jeg har valgt å vise både reduksjonen og kvotetildelingen eksplisitt. Tabellen viser hvor høy kvotetildelingen minst må være for at en deltakelse skal være like gunstig som CDM deltakelse, ved å sette profittene i de to scenariene lik hverandre.

Selv ved 100 % implementeringsrate av CDM prosjekter, vil man fortsatt kunne kreve noe utslippsreduksjon av Kina og samtidig forvente at de vil velge å delta i en avtale. Dette kommer som et resultat av at CDM gir en ineffektiv rensetilpasning for Kina sammenlignet med å kunne selge kvoter direkte på markedet. Ved små implementeringsrater viser tabellen vi at Kina kan bli krevd for relativt store reduksjoner i utslippet og allikevel tjene mer på deltakelse enn CDM.

6.2.6 Problem 3: CDM opphører i periode 2

Man må også ta med muligheten for at CDM opphører etter Kyoto-perioden, som følge av for eksempel misnøye fra u-lands side ved utførelsen av slike prosjekter. I dette tilfellet blir Kina kun stilt ovenfor valget om å delta direkte i en avtale eller seile sin egen sjø, uten å påta seg rensekraft, men heller ikke nyte godt av inntekten ved kvotesalg. Det eneste kravet for at Kina skal velge deltakelse i et slikt scenario, er at den forventede profitten er positiv siden alternativet er ingen profitt. Vi kan da finne antall utslippskvoter Kina må få tildelt dersom de skal tjene på deltakelsen:

$$15(E_2^0 - 1544) - 1606,23 > 0$$

$$\Rightarrow E_2^0 > 1651,08$$

Kina kan i dette tilfellet kreves for en utslippsreduksjon på nesten 150 millioner tonn karbon årlig i en avtale i periode 2 når "BAU" utslippet er på 1792 MtK.

6.3 Alternative post-Kyotoavtaler

Det er en mulighet for at Kyotoavtalen slik den er i dag vil opphøre i fremtiden og kanskje allerede fra 2012. Slik avtalen fremstår for perioden 2008 til 2012, er det minimal utslippsreduksjon som vil bli foretatt og den er ikke særlig effektiv for reduksjon av klimagasser i atmosfæren. Allikevel er det et skritt i riktig retning i forhold til å få til et fungerende internasjonalt samarbeid om reduksjon av klimagasser, men dersom den skal være effektiv i fremtiden må den blant annet få med flere land og foreta større reduksjoner. Et annet forhold avtalen blir kritisert for, er at den ikke inneholder en avtale om forskning og

utvikling (FoU) av ny teknologi som vil bidra til reinere utslipp. Dersom målet er en drastisk reduksjon av klimagasser, vil det være avgjørende å utvikle nye rensemetoder, blant annet fordi det vil gjøre reduksjonen enklere og billigere i det lange løp. Teknologisk utvikling kan betegnes som et (delvis) kollektivt gode (Hagem, Hoel og Golombek 2006). Utviklingen er kostbar for den som foretar den, men teknologien kan ha en spillover effekt slik at den kan gagnar flere. Insentiver til å investere i teknologisk utvikling vil derfor være ønskelig, og man kan ut i fra dette argumentere med at Kyotoavtalen er sub-optimal. Hoel 2005 konkluderer med at Kyoto, med et gitt utslippsnivå, fører til for lite FoU investering i forhold hva som er det sosialt optimale. En av grunnene til at et slikt samarbeid ikke er implementert, kan være at det er for vanskelig å måle eventuelle investeringer i FoU og at muligheten for å oppgi uriktige tall er for stor.

En implementert teknologiavtale vil sannsynligvis gi større insentiver for u-land til å delta i en forpliktende avtale. De vil dra nytte av både eksisterende og ny teknologi. Hvordan en eventuell teknologiavtale vil se ut er uvisst, den kan ta mange former og ha ulike innvirkninger på lønnsomhet til de forskjellige land.

Hagem, Hoel og Golombek (2006) tar utgangspunkt i to typer teknologiavtaler: En ren teknologiavtale hvor all kvotehandel opphører og en hvor teknologiavtalen er kombinert med fortsettelse av kvotesystemet. Dersom vi ser på hvordan disse typene avtaler påvirker lønnsomheten av CDM for Kina i 1. periode, får vi mer eller mindre samme svar.

En teknologiavtale betyr et internasjonalt samarbeid om teknologisk utvikling og implementering. Dette vil mest sannsynlig være gunstig for Kina som da får nytte godt av allerede eksisterende teknologi ved deltakelse i avtalen. Dersom vi har en ren teknologiavtale vil CDM deltakelse være lønnsomt for Kina fordi man sitter igjen med profitten fra salg av CERs samt investert teknologi fra periode 1 uten at dette får følger for profitten i 2.periode. Har man derimot en kombinert teknologi og kvotehandel avtale, vil gevinsten ved teknologioverføringer komme på toppen av analysen fra forrige kapittel hvor tildelingen av kvoter vil være avgjørende for deltakelse.

Dette forløpet avhenger av at avtalescenariet etter Kyotoavtalen er ukjent mer eller mindre helt til starten av 2. perioden, og at man har forventet at kvotehandelen vil fortsette ut periode 2. Dersom det er vedtatt en teknologiavtale for perioden etter 2012 før Kyoto-

perioden starter, vil det mest sannsynlig investeres lite i CDM prosjekter. Man antar en levetid på godt over ti år på de fleste prosjektene og lønnsomheten ved investering i disse vil muligens forsvinne når CERs genereringen bare varer i fem år. Samtidig vil nok CDM som kvotetilbud bli utkonkurrert av "hot air" tilbudet i en kortsiktig avtale og avhengig av hvordan den teknologiske avtalen utformes, vil Annex B land investere i mer teknologi i periode 1 og muligens foreta mer av reduksjonskravet på egenhånd. Profitten til Kina og u-land generelt fra CDM aktivitet vil ved et slikt tilfelle sannsynligvis bli liten.

7. Oppsummering

Problemet med en avtale om reduksjon av klimagasser som konsekvens av menneskelig aktivitet, er det sterke incentivet til å være gratispassasjer. Luftforurensningen er global og det spiller ingen rolle hvem som reduserer utslippet, bare at det gjøres. Noen må gå foran og ta ansvaret.

USA som verdens ledende land burde tatt dette ansvaret, men det har de av ulike grunner ikke vært villige til. Et av hovedargumentene deres mot deltakelse har vært at Kina ikke deltar, og det er da interessant å se på incentivene Kina må ha for å delta i en klimaavtale.

CDM implementeringen er allerede i gang i Kina, så det er naturlig å forutsette en CDM deltakelse under Kyoto-perioden. Forhandlinger om en avtale for neste periode er bare så vidt i gang. Dersom Kina skal delta i en avtale etter 2012, er det muligheter for at kvoteforhandlingene påvirkes av CDM reduksjonen i periode 1. Ved rensing reduseres utslippet, slik at kvotetildelingen kan baseres på dette reduserte utslippsnivået. Da vil Kina få tildelt færre kvoter i periode 2 sammenlignet med en kvotetildeling basert på "business-as-usual" utslippet uten CDM rensing i periode 1.

Jeg fant at Kina kan bli "straffet" med å få opptil 47 % av rensemengden under CDM i færre utslippstillatelser i periode 2, uten at en deltakelse i periode 2 ikke lønner seg. Ved dette nivået på kvotetildelingen, vil Kina ha et like stort profittmessig utbytte fra deltakelse i periode 2 med CDM aktivitet i periode 1 som ved deltakelse i periode 2 uten CDM i periode 1. Profitten ved CDM vil ved denne "strafferaten" oppveie tapet fra redusert kvotetildeling.

Kina kan ha valget mellom å fortsette med CDM eller velge deltakelse i periode 2. Med forutsetning om CDM deltakelse under Kyoto-perioden, fant jeg at valget mellom disse scenariene igjen vil avhenge av kvotetildelingen, men også av implementeringsraten for CDM prosjekter. Det er uvisst hvor stor denne vil være, men mye kan tyde på at den vil være relativt stor for Kina sin del.

Konklusjonen blir at Kinas valg om å delta i en post-Kyoto avtale, vil kunne avhenge av den eventuelle inntekten de kan forvente seg. Denne vil være avhengig av hvor mange utslippstillatelser de får tildelt. Dersom Kyotoavtalen slik den er i dag endres til en mer teknologiorientert avtale, vil det mest sannsynlig føre til større insentiver for deltakelse fra Kinas side.

References/Literature

Bréchet, Th., M. Germain, V van Steenberghe (2004): *Developing Countries, the Clean Developing Mechanism and the “low hanging fruits” issue*. Chapter 2, Université Catholique de Louvain, Belgia.

Böhringer, C. (2001): *Climate Politics From Kyoto to Bonn: From Little to Nothing?* ZEW Discussion Paper No. 01-49, Mannheim. URL: <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0149.pdf>

Buchner B., C. Carraro, I. Cersosimo (2001): *On the Consequences of the U.S. Withdrawal from the Kyoto/Bonn Protocol*. CLIM – Climate Change Modelling and Policy, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano.

Ellerman, A.D., A. Decaux (1998): *Analysis of Post-Kyoto CO2 Emissions Trading Using Marginal Abatement Curves*. MIT rapport 41, Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Massachusetts Institute of Technology.

Ellis J., K. Karousakis (2006): *The Developing CDM Market: May 2006 Update*. OECD, Paris

FNs Klimakonvensjon (1992): *Full text of the Convention*. 9.Mai 1992. URL: http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1349.php

Førsund F., Strøm S. (2000): *Miljøøkonomi*. Gyldendal Norsk Forlag, s. 80.

Golombek, R., C. Hagem, M. Hoel (2006): *Optimale strategier i et to-kvote system*. Rapport 2/2006, Stiftelsen Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning.

Gran, J. (2006): *COP 11 og COP/MOP 1 i Montreal: - Ørlite skritt i riktig retning*. Cicerone 1-2006, CICERO, Universitetet i Oslo.

Grütter, J. M. (2001): *World Market for GHG Emission Reductions*. Prepared for the World Bank's National AIJ/JI/CDM Strategy Studies Program, Heldswill

Gundersen, Mari Hegg (2001): *Den Grønne Utviklingsmekanismen – hva skjer ved begrenset kvotehandel?*. Hovedoppgave, Universitet i Oslo.

Hoel, Michael (2005): *Global Warming and other Transboundary Environmental Problems*. Økonomisk Institutt, Universitetet i Oslo

Klepper, G., Peterson, S. (2003): *On the Robustness of Marginal Abatement Cost Curves: The Influence of World Energy Prices*. Kiel Working Paper No.1138, Kiel Institute for World Economics, Kiel, Tyskland, s. 1-2.

Kolstad, Charles D. (2000): *Environmental Economics*. New York – Oxford, Oxford University Press, s.122.

Kyoto-protokollen; Offisiell tekst med norske kommentarer, CICERO 1998, Universitetet i Oslo. URL:<http://www.cicero.uio.no/cicero/98/2/Kyoto-protokollen.pdf>

Michaelowa A., F. Jotzo (2002): *Estimating the CDM Market under the Marrakech Accords*. Paper for the 3rd CATEP workshop “Global Trading”, Kiel Institute for World Economics, September 30 – October 1, 2002

Michaelowa A., Stronzik M., Eckermann F., Hunt A. (2003): *Transaction costs of the Kyoto Mechanisms*. Forthcoming in Climate Policy.

Miljøstatus (2006): *Klima*.

URL:http://www.miljostatus.no/templates/themepage/_2143.aspx [Lesedato 01.08]

MSNBC (2006): *Cashing in on China's renewable energy boom. Industry players race to get piece of estimated \$200 billion investment*. Reuters, 19.07.2006. URL: <http://msnbc.msn.com/id/13938365> [Lesedato 03.08.2006]

Olsen, K.R., J.P. Painuly (2002): *The Clean Developing Mechanism: A Bane or a Boon for Developing Countries?*. International Environmental Agreements: Politics, Law and economics 2: 237-260.

PET (Pelangi's Emission Trading) model documentation – PET v3 (NSS) - July 2001

Torvanger, A., Twena, M., Vevatne, J. (2004): *Climate Policy beyond 2012; A survey of long-term targets and future frameworks*. CICERO Rapport 2004:02, CICERO, Universitet i Oslo, s.15.

Verdensbanken (2004): *Clean Development Mechanism; Taking a Proactive and Sustainable Approach*. Program of the National CDM/JI Strategy Studies, Washington, USA

Verdensbanken (2005): *CDM Implementation in India – The National Strategy Study*. The Energy and Resource Institute 2005, New Dehli, India, s. 119

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC 2006). URL: <http://cdm.unfccc.int/>. [Lesedato 10.08.06]

UNFCCCb (2006): URL: <http://cdm.unfccc.int/Statistics/Registration/AmountOfReductRegisteredProjPieChart.html>
[Lesedato 19.08.06]

